

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-197229

(43)Date of publication of application : 11.07.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
B60L 11/18  
H01M 8/00

(21)Application number : 2001-393776

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
EQUOS RESEARCH CO LTD

(22)Date of filing : 26.12.2001

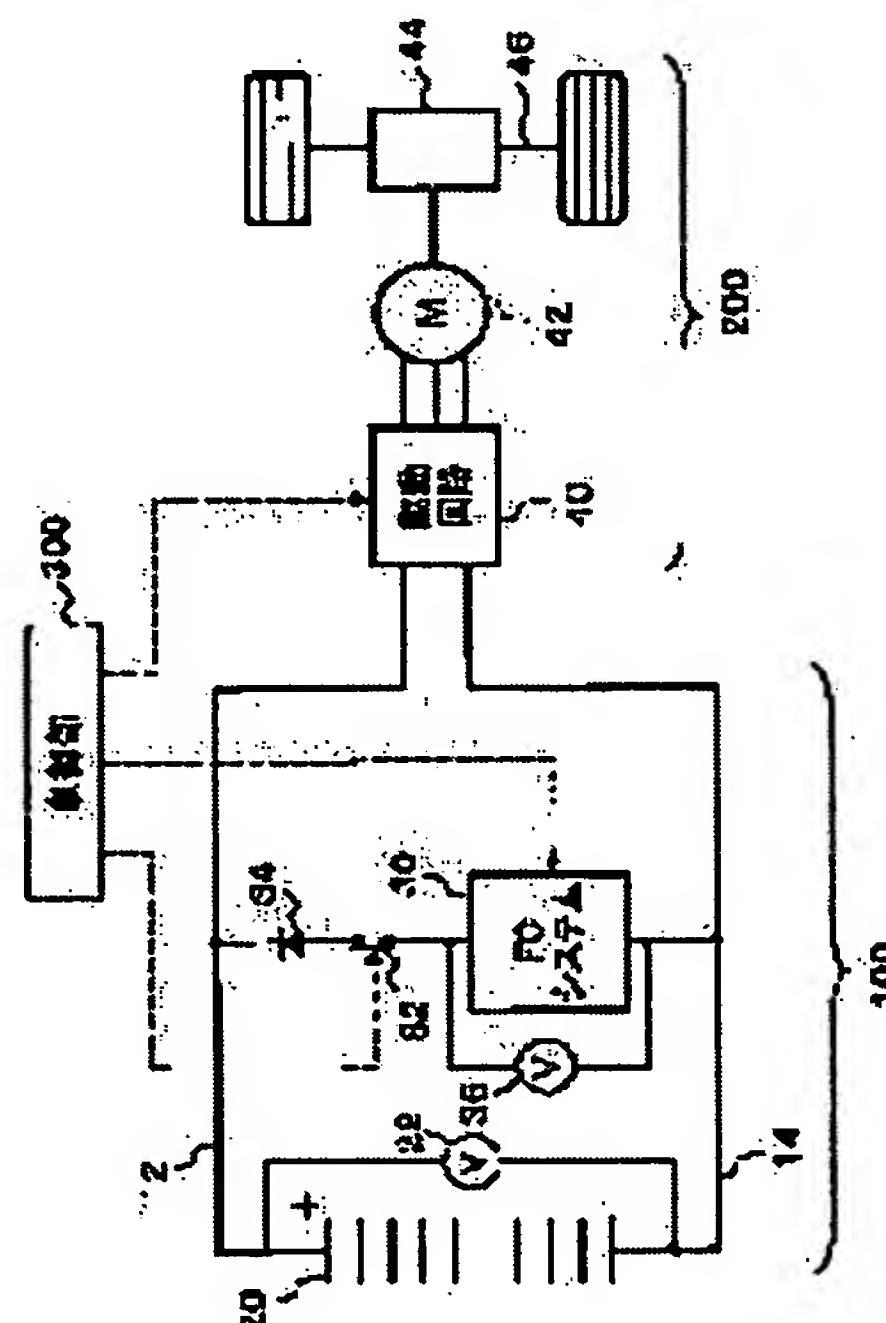
(72)Inventor : SUGIURA HIROSHI  
ISHIKAWA TETSUHIRO  
ANDO MASAO  
KATO KENJI  
HORIGUCHI MUNEHISA

## (54) HYBRID POWER SUPPLY SYSTEM EQUIPPED WITH FUEL CELL AND CAPACITOR

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent that excessive currents from a fuel cell when connecting the fuel cell to power supply wiring, in a hybrid power supply system equipped with the fuel cell and a capacitor.

**SOLUTION:** The fuel cell 30 and the capacitor 20 are connected in parallel to the power supply wiring 12 and 14. In a 1st composition, if the difference between the voltage across the capacitor 20 and the voltage across the fuel cell 50 at the time of an open circuit is a predetermined threshold value or more, in the case a fuel cell 50 is to be connected to power supply wiring, the chopping control is carried out to a switch 32. In a 2nd composition, the fuel cell 50 is connected to power supply wiring through limiter resistance instead of performing the chipping control. Moreover, in a 3rd composition, the current generation capability of the fuel cell is adjusted by adjusting the pressure of the reaction gas supplied to the fuel cell 50.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

rejection]  
[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st and 2nd power-source wiring which are a power-source system for supplying a power source to a load, and were connected to said load, The fuel cell system which has the fuel cell connected with said 1st [ the ] between the 2nd power-source wiring, The capacitor connected to said fuel cell and juxtaposition between the said 1st and 2nd power-source wiring, The voltmeter for measuring the ends electrical potential difference of said capacitor, and the switch for opening and closing connection between said fuel cell and said 1st power-source wiring, It has a control section for controlling said fuel cell system and said switch. Said control section The power-source system characterized by carrying out chopping control of said switch when the difference between the ends electrical potential difference of said capacitor and the ends electrical potential difference at the time of disconnection of said fuel cell is beyond a predetermined threshold, in case it is going to connect said fuel cell to said 1st power-source wiring.

[Claim 2] The 1st and 2nd power-source wiring which are a power-source system for supplying a power source to a load, and were connected to said load, The fuel cell system which has the fuel cell connected with said 1st [ the ] between the 2nd power-source wiring, The capacitor connected to said fuel cell and juxtaposition between the said 1st and 2nd power-source wiring, The 1st wiring for connection which is two wiring for connection connected to juxtaposition mutually between the voltmeter for measuring the ends electrical potential difference of said capacitor, and said fuel cell and said 1st power-source wiring, and has the 1st switch, It has the 2nd wiring for connection which has the series connection of the 2nd switch and resistance, and a control section for controlling said fuel cell system, the 1st, and 2nd switch. Said control section [ said ] In case it is going to connect said fuel cell to said 1st power-source wiring, when the difference between the ends electrical potential difference of said capacitor and the ends electrical potential difference at the time of disconnection of said fuel cell is beyond a predetermined threshold The power-source system characterized by making said 2nd switch into a closed state before making said 1st switch into a closed state.

[Claim 3] The 1st and 2nd power-source wiring which are a power-source system for supplying a power source to a load, and were connected to said load, The fuel cell connected with said 1st [ the ] between the 2nd power-source wiring, and the gas supply section which supplies reactant gas to said fuel cell, The fuel cell system which \*\*\*\*, and the capacitor connected to said fuel cell and juxtaposition between the said 1st and 2nd power-source wiring, The voltmeter for measuring the ends electrical potential difference of said capacitor, and the switch for opening and closing connection between said fuel cell and said 1st power-source wiring, It has a control section for controlling said fuel cell system and said switch. Said control section The power-source system characterized by having the operation mode which adjusts the current generative capacity of said fuel cell by adjusting the pressure of said reactant gas supplied to said fuel cell in case it is going to connect said fuel cell to said 1st power-source wiring.

[Claim 4] Said control section is a power-source system which performs said adjustment so that it is a power-source system according to claim 3, and the ends electrical potential difference of said capacitor is small and the pressure of said reactant gas may become low.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a hybrid power-source system equipped with a fuel cell and a capacitor.

[0002]

[Description of the Prior Art] The fuel cell attracts attention as an environment-friendly clean power source. Usually, since it may be difficult to cope with a load effect in a fuel cell simple substance, the hybrid power-source system which combined a fuel cell and other power sources is promising (JP,9-298806,A etc.). It is thought as other power sources used with a fuel cell in a hybrid power-source system that a capacitor is leading.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, generally, when a fuel cell is operated by low loading, it is in the inclination for the effectiveness of a fuel cell system to fall. This reason is that the power which the auxiliary machinery for supplying reactant gas (hydrogen gas and oxygen gas) to a fuel cell takes does not decline so much to the amount of generations of electrical energy of a fuel cell falling in low loading. Then, if a fuel cell is disconnected from power-source wiring and it is made to stop it when the load of a hybrid power-source system is small, decline in system-wide effectiveness can be prevented.

[0004] However, in a hybrid power-source system equipped with a fuel cell and a capacitor, when it is going to re-connect a fuel cell to power-source wiring, depending on the relation between the open circuit voltage of a fuel cell, and the ends electrical potential difference of a capacitor, a big current may flow from a fuel cell. When an excessive current flows from a fuel cell, there is a problem that the member which constitutes a fuel cell may be degraded, and there is a problem of degrading a circumference electrical part.

[0005] This invention is made in order to solve the conventional technical problem mentioned above, and in a hybrid power-source system equipped with a fuel cell and a capacitor, when connecting a fuel cell to power-source wiring, it aims at offering the technique of preventing an excessive current flowing from a fuel cell.

[0006]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] In order to attain a part of above-mentioned object [ at least ], the 1st power-source system of this invention The 1st and 2nd power-source wiring which are a power-source system for supplying a power source to a load, and were connected to said load, The fuel cell system which has the fuel cell connected with said 1st [ the ] between the 2nd power-source wiring, The capacitor connected to said fuel cell and juxtaposition between the said 1st and 2nd power-source wiring, It has a control section for controlling a switch, and said fuel cell system and said switch for opening and closing connection between the voltmeter for measuring the ends electrical potential difference of said capacitor, and said fuel cell and said 1st power-source wiring. Said control section is characterized by carrying out chopping control of said switch, when the difference between the ends electrical potential difference of said capacitor and the ends electrical potential difference at the time of disconnection of said fuel cell is beyond a predetermined threshold, in case it is going to connect said fuel cell to said 1st power-source wiring.

[0007] Since according to this 1st power-source system chopping control of the switch for connecting a fuel cell and power-source wiring is carried out when the difference between the ends electrical potential difference of a capacitor and the ends electrical potential difference at the time of disconnection of a fuel cell is beyond a predetermined threshold, the current which flows from a fuel cell can be made small. Consequently, it is possible to prevent that an excessive current flows from a fuel cell.

[0008] The 1st and 2nd power-source wiring which the 2nd power-source system of this invention is a power-source system for supplying a power source to a load, and were connected to said load, The fuel cell system which has the fuel cell connected with said 1st [ the ] between the 2nd power-source wiring, The capacitor connected to said fuel cell and juxtaposition between the said 1st and 2nd power-source wiring, The 1st wiring for connection which is two wiring for connection connected to juxtaposition mutually between the voltmeter for measuring the ends electrical potential difference of said capacitor, and said fuel cell and said 1st power-source wiring, and has the 1st switch, It has the 2nd wiring for connection which has the series connection of the 2nd switch and resistance, and a control section for controlling said fuel cell system, the 1st, and 2nd switch. [ said ] In case it is going to connect said fuel cell to said 1st power-source wiring, when the difference between the ends electrical potential difference of said capacitor and the ends electrical potential difference at the time of disconnection of said fuel cell is beyond a predetermined threshold, before said control section makes said 1st switch a closed state, it is characterized by making said 2nd switch into a closed state.

[0009] Since according to this 2nd power-source system a fuel cell and power-source wiring are connected through limit resistance when the difference between the ends electrical potential difference of a capacitor and the ends electrical potential difference at the time of disconnection of a fuel cell is beyond a predetermined threshold, the current which flows from a fuel cell can be made small. Consequently, it is possible to prevent that an excessive current flows from a fuel cell.

[0010] The 1st and 2nd power-source wiring which the 2nd power-source system of this invention is a power-source system for supplying a power source to a load, and were connected to said load, The fuel cell connected with said 1st [ the ] between the 2nd power-source wiring, and the gas supply section which supplies reactant gas to said fuel cell, The fuel cell system which \*\*\*\*, and the capacitor connected to said fuel cell and juxtaposition between the said 1st and 2nd power-source wiring, It has a control section for controlling a switch, and said fuel cell system and said switch for opening and closing connection between the voltmeter for measuring the ends electrical potential difference of said capacitor, and said fuel cell and said 1st power-source wiring. In case said control section tends to connect said fuel cell to said 1st power-source wiring, it is characterized by having the operation mode which adjusts the current generative capacity of said fuel cell by adjusting the pressure of said reactant gas supplied to said fuel cell.

[0011] Since according to this 3rd power-source system the current generative capacity of a fuel cell is adjusted in case a fuel cell 50 is connected to power-source wiring, the current which flows from a fuel cell can be made small. Consequently, it is possible to prevent



that an excessive current flows from a fuel cell.

[0012] In addition, in the 3rd power-source system, said control section may be made to perform said adjustment so that the ends electrical potential difference of said capacitor is small, and the pressure of said reactant gas may become low.

[0013] Since the current generative capacity of a fuel cell also becomes low so that the pressure of reactant gas is low, the ends electrical potential difference of a capacitor is small, and also when a difference with the open circuit voltage of a fuel cell becomes large, it can prevent that an excessive current flows from a fuel cell.

[0014] In addition, this invention can be realized in various modes, for example, can be realized in modes, such as a computer program for realizing the function of a mobile equipped with a hybrid power-source system and its control approach, and those systems and its control approach, those systems, or an approach, a record medium which recorded the computer program, and a data signal embodied in the subcarrier including the computer program.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained in order of the following based on an example.

A. 1st example: -- B. 2nd example: -- C. 3rd example: -- D. modification: [0016] A. The 1st example : drawing 1 is the outline block diagram of the electric vehicle as the 1st example of this invention. This electric vehicle (it is only hereafter called a "car") is equipped with the hybrid power-source system 100, the load 200 containing a wheel, and the control section 300. The hybrid power-source system 100 has the capacitor 20 and the fuel cell system 30 (it is also called "FC system") which were connected to juxtaposition. The voltmeters 22 and 36 for measuring an ends electrical potential difference are formed in the capacitor 20 and the fuel cell system 30, respectively. Moreover, between the fuel cell system 30 and the 1st power-source wiring 12, a switch 32 and the diode 34 for antisuckbacks are connected to the serial.

[0017] The power-source wiring 12 and 14 is connected to the motorised circuit 40 of a load 200. This motorised circuit 40 is a circuit for driving a motor 42, for example, consists of transistor inverters. The power generated by the motor 42 is transmitted to the wheel driving shaft 46 through the gear device 44. It connects with the fuel cell system 30, the switch 32, and the actuation circuit 40 electrically, and a control section 300 performs various kinds of control including control of these circuits.

[0018] In addition, various kinds of control action of a control section 300 is realized when a control section 300 performs the computer program stored in the memory which is built in the control section 300, and which is not illustrated. It is possible to use various record media, such as ROM and a hard disk, as this memory.

[0019] Drawing 2 is the explanatory view showing the configuration of the fuel cell system 30. This fuel cell system 30 has a fuel cell 50, the hydrogen feed zone 60, and the air supply section 70. Since the fuel cell 50 has the configuration to which the laminating of the unit cell was usually carried out, it is also called a "fuel cell stack." The power generated with the fuel cell 50 is supplied to a load 200 through the power-source wiring 12 and 14 ( drawing 1 ) of two.

[0020] The hydrogen feed zone 60 has the hydrogen supply source 62 and the piping 64 for hydrogen, and supplies hydrogen to the hydrogen supply way of the fuel cell 50 interior. As a hydrogen supply source 62, a hydrogen bomb, a hydrogen storing metal alloy, a reformer, etc. can be used. The pressure regulating valve 66 for hydrogen and the hydrogen exhaust valve 68 are formed in the piping 64 for hydrogen. The pressure regulating valve 66 for hydrogen is a regulator valve for adjusting the pressure of the hydrogen supplied to a fuel cell 50. The hydrogen exhaust valve 68 is a closing motion valve for stopping blowdown of hydrogen if needed.

[0021] The air supply section 70 has a compressor 72 and the piping 74 for air, and supplies air to the air supply way of the fuel cell 50 interior. The pressure regulating valve 76 for air and the pneumatic pressure indicator 78 are formed in the piping 74 for air.

[0022] Drawing 3 is a graph which shows the current of a fuel cell 50, an electrical potential difference, and the relation of three persons of power. Generally, although an electrical potential difference decreases with buildup of a current, output power increases.

Drawing 4 (A) is a graph which shows the relation between the output power of a fuel cell 50, and the effectiveness of fuel cell 50 simple substance. The effectiveness of a fuel cell simple substance tends to fall gradually, so that the output power (FC output) of a fuel cell 50 becomes large. Effectiveness here is the effectiveness (ratio of output power to the energy which the supplied amount of reactant gas has) of fuel cell 50 simple substance in which power consumption of the auxiliary machinery of the fuel cell system 30 is not taken into consideration. "Auxiliary machinery of the fuel cell system 30" means the auxiliary device used in order to perform the generation of electrical energy by the fuel cell 50 here, and the compressor 72 shown in drawing 2 is equivalent to this.

[0023] Although the power consumption (auxiliary machinery power) of auxiliary machinery declines with the output power of a fuel cell 50, also when output power is quite small, the power consumption of auxiliary machinery does not decline so much, but a certain amount of power is needed, as shown in drawing 4 (A). If it puts in another way, when the output power of a fuel cell 50 is small, the most part will be consumed by auxiliary machinery. Consequently, as shown in drawing 4 (B), when the output power of a fuel cell 50 is small, the effectiveness of the fuel cell system 30 whole is low. Moreover, the effectiveness of the fuel cell system 30 whole increases gradually with buildup of output power, and reaches a peak, and a convex curve which decreases again is drawn after that.

[0024] Thus, when the output of a fuel cell 50 is low, the effectiveness of the fuel cell system 30 falls considerably. Therefore, it is desirable to suspend operation of the fuel cell system 30, when the output of a fuel cell 50 is low, and to supply required power with a capacitor 20. Then, threshold P0 predetermined with this example in the demand electric energy to a fuel cell 50 In being the following ( drawing 4 (B) ), operation of the fuel cell system 30 is suspended, and a switch 32 ( drawing 1 ) is set as an open condition, and it disconnects a fuel cell 50 from the power-source wiring 12. This threshold P0 It is suitably set as a value to which the effectiveness of the fuel cell system 30 whole does not become low too much. By carrying out like this, the energy efficiency of the hybrid power-source system 100 whole can be raised. In addition, output voltage value V0 which is equivalent to this value instead of the threshold P0 of output power Or you may make it suspend operation of the fuel cell system 30 using the output current value I0 ( drawing 3 ).

[0025] Where the fuel cell system 30 is suspended, when prolonged operation is continued only using a capacitor 20, it becomes impossible however, for the electrical potential difference of a capacitor 20 to fall and to generate sufficient driving force for a motor 42. Then, in such a case, operation of the fuel cell system 30 is resumed, a switch 32 is closed to it, and a fuel cell 50 is re-connected to the power-source wiring 12. Moreover, even if the electrical potential difference of a capacitor 20 does not fall, when the demand power to the hybrid power-source system 100 increases (at for example, the time of acceleration of a car), operation of a fuel cell 50 is resumed and it re-connects with the power-source wiring 12. Consequently, the fuel cell system 30 is intermittently operated according to change of the load of a car, or the electrical potential difference of a capacitor 20.

[0026] By the way, when connecting a fuel cell 50 to the power-source wiring 12, the following problems may occur. If a switch 32 ( drawing 1 ) is opened so that drawing 3 may show, the electrical potential difference of a fuel cell 50 will rise to open circuit voltage OCV. On the other hand, the ends electrical potential difference of a capacitor 20 is consumed with a load 200, and falls gradually. When connecting a fuel cell 50 to the power-source wiring 12, and the difference of the ends electrical potential difference of a capacitor 20 and the open circuit voltage OCV of a fuel cell 50 is large, a quite big current may flow from a fuel cell 50. If an

excessive current flows from a fuel cell 50, it can become the cause of degrading the configuration member and circumference electrical part of a fuel cell 50.

[0027] In the 1st example, in order to avoid the above problems, when connecting a fuel cell 50 to power-source wiring, chopping control of a switch 32 is performed. Drawing 5 is the explanatory view showing actuation and effectiveness of chopping control. Drawing 5 (A) shows an example of the current value change at the time of connecting a fuel cell 50 to power-source wiring continuously, without performing chopping control. In this example, if a switch 32 (drawing 1) is turned on in time of day t1, the quite big current is flowing out of the fuel cell 50 rapidly. Drawing 5 (B) shows the actuation at the time of performing chopping control. In this example, chopping control of a switch 32 is performed during the period for a while from time of day t1, and the switch 32 is intermittently set as the ON state. If such chopping control is performed, it can prevent that a too big current flows from a fuel cell 50. A switch 32 is kept continuous to an ON state after the time of day t2 after the current which flows from a fuel cell 50 becomes comparatively small. It is possible to connect a fuel cell 50 to power-source wiring, without passing a too big current from a fuel cell 50, if it carries out like this.

[0028] Drawing 6 is a flow chart which shows the control procedure at the time of connection of the fuel cell 50 in the 1st example. At step S1, it is judged whether a fuel cell 50 is connected to the power-source wiring 12. When it is judged that it connects, in step S2, the ends electrical potential difference Vc of a capacitor 20 and the ends electrical potential difference Vfc of a fuel cell 50 are measured. In addition, the open circuit voltage OCV which is known may usually be used as the ends electrical potential difference instead of measuring the ends electrical potential difference Vfc, since it is thought that the ends electrical potential difference Vfc of a fuel cell 50 is rising to open circuit voltage OCV. At step S3, electrical-potential-difference difference  $\Delta V (=V_{fc}-V_c)$  of a capacitor 20 and a fuel cell 50 is computed, and it is judged in step S4 whether the electrical-potential-difference difference  $\Delta V$  is smaller than the predetermined threshold Va. This threshold Va is a threshold for judging whether chopping control is needed at the time of connection of a fuel cell 50, for example, is beforehand written in ROM in a control section 300 (not shown).

[0029] Since an excessive current may flow from a fuel cell 50 when electrical-potential-difference difference  $\Delta V$  is beyond the threshold Va, chopping control as shown in drawing 5 (B) in step S5 is performed. At this time, the process of return, step S2 - S4 is repeated by step S2. On the other hand, when electrical-potential-difference difference  $\Delta V$  becomes smaller than a threshold Va, in step S6, a switch 32 is set as an ON state and a fuel cell 50 is continuously connected to power-source wiring.

[0030] In addition, you may make it suspend chopping control after fixed time amount progress from the start time t1 of switching instead of suspending chopping control, after electrical-potential-difference difference  $\Delta V$  becomes smaller than a threshold Va.

[0031] Thus, in the 1st example, since electrical-potential-difference difference  $\Delta V$  of a capacitor 20 and a fuel cell 50 was made to perform chopping control of a switch 32 when large in case a fuel cell 50 was connected to power-source wiring, it can prevent that an excessive current flows from a fuel cell 50. Consequently, it is possible to ease degradation of the configuration member of a fuel cell 50.

[0032] B. The 2nd example : drawing 7 is the outline block diagram of the electric vehicle as the 2nd example of this invention. Power-source system 100a of this 2nd example has the configuration which formed two parallel wiring 81 and 82 for connection mutually between the diode 34 for antisuckbacks, and the power-source wiring 12. The switch 84 is formed in the 1st wiring 81 for connection, and the series connection of a switch 86 and resistance 88 is prepared in the 2nd wiring 82 for connection. This resistance 88 functions as limit resistance to which the current value at the time of connecting a fuel cell 50 to the power-source wiring 12 is reduced.

[0033] Drawing 8 is a flow chart which shows the control procedure at the time of connection of the fuel cell 50 in the 2nd example. This procedure replaces steps S5 and S6 of drawing 6 at steps S15 and S16, and other step S1 - S4 are the same as the thing of the 1st example shown in drawing 6.

[0034] In the 2nd example, when electrical-potential-difference difference  $\Delta V$  of a capacitor 20 and a fuel cell 50 is beyond the threshold Va, in step S15, the switch 86 by the side of the limit resistance 88 is connected, and the switch 84 of another side is maintained at an open condition. Drawing 9 (A) shows the condition of the circuit at this time. If a fuel cell 50 is connected to the power-source wiring 12 through the limit resistance 88, the current which flows from a fuel cell 50 will be restricted to a small value. At this time, the process of return, step S2 - S4 is repeated by step S2. On the other hand, when electrical-potential-difference difference  $\Delta V$  becomes smaller than a threshold Va, in step S16, the switch 84 of the side which does not have the limit resistance 88 is set as an ON state. Drawing 9 (B) shows the condition of the circuit at this time.

[0035] In addition, at step S16, the switch 86 by the side of the limit resistance 88 may also be set as an ON state. What is necessary is just to set the switch 86 of a side with the limit resistance 88 as a closed state, before making into a closed state the switch 84 of the side which does not have the limit resistance 88 in case a fuel cell 50 is connected to power-source wiring so that he can understand from this explanation.

[0036] Moreover, you may make it set a switch 84 as an ON state after fixed time amount progress from the start time t1 of switching instead of setting a switch 84 as an ON state, after electrical-potential-difference difference  $\Delta V$  becomes smaller than a threshold Va.

[0037] Thus, in the 2nd example, since electrical-potential-difference difference  $\Delta V$  of a capacitor 20 and a fuel cell 50 passed the current through the limit resistance 88 when large in case a fuel cell 50 was connected to power-source wiring, it can prevent that an excessive current flows from a fuel cell 50. Consequently, it is possible to ease degradation of the configuration member of a fuel cell 50.

[0038] C. The 3rd example : in the 3rd example, restrict the current which flows at the time of connection of a fuel cell 50 by reducing the current generative capacity of a fuel cell 50 so that it may explain below. In addition, the configuration of equipment can also adopt which configuration of the 1st example mentioned above and the 2nd example.

[0039] Drawing 10 shows the pressure of the air supplied to a fuel cell 50, and the relation between a current/voltage characteristic. In a fuel cell 50, the current value which can be outputted to the same electrical-potential-difference value increases, so that pneumatic pressure is high. Therefore, if pneumatic pressure supplied to a fuel cell 50 is made low, the output power (namely, current generative capacity) of a fuel cell 50 will also become low. If this property is used, when, and electrical-potential-difference difference  $\Delta V$  of a capacitor 20 and a fuel cell 50 makes pneumatic pressure low and makes low current generative capacity of a fuel cell 50, it can prevent that an excessive current flows from a fuel cell 50.

[0040] Drawing 11 is a flow chart which shows the control procedure at the time of connection of the fuel cell 50 in the 3rd example. At step S21, it is judged whether a fuel cell 50 is connected to the power-source wiring 12. When it is judged that it connects, in step S22, the ends electrical potential difference Vc of a capacitor 20 is measured. At step S23, the desired value of the amount of air supply suitable for the capacitor electrical potential difference Vc and air pressure is set up with reference to the map set up beforehand. Drawing 12 is the explanatory view showing the content of the map in which the relation between the capacitor electrical potential difference Vc and the desired value of the amount of air supply and air pressure is shown. It is set as a value also with low



amount of air supply and air pressure, so that he can understand from this example and the capacitor electrical potential difference  $V_c$  is low.

[0041] The air supply section 70 ( drawing 2 ) is controlled by steps S24 and S25 to attain the desired value of the amount of air supply set up in this way, and air pressure. Specifically, the rotational frequency of a compressor 72, the opening of the pressure regulating valve 76 for air, etc. are adjusted suitably. If the amount of air supply and air pressure reach the value sufficiently near desired value, it will shift to step S26 from step S25, and a fuel cell 50 will be connected to power-source wiring. Since the pressure of the air supplied to a fuel cell 50 is low at this time and there are also few air contents, it is prevented that an excessive current flows from a fuel cell 50. A control section 300 controls the air supply section 70 by usual operational status after the fuel cell 50 was connected to power-source wiring to go up until pneumatic pressure becomes a regular pressure. At this time, an air content is adjusted according to the load of a fuel cell 50.

[0042] Thus, in the 3rd example, since the pneumatic pressure of a fuel cell 50 was low set up when the electrical potential difference of a capacitor 20 was small in case a fuel cell 50 was connected to power-source wiring, it can prevent that a high current flows from a fuel cell 50. Moreover, since the air content and pneumatic pressure at the time of starting of the fuel cell system 30 are set up low, the build up time of the air supply section 70 becomes short, the fuel cell system 30 is started more for a short time, and there is an advantage of being connectable with power-source wiring.

[0043] In addition, the operation mode of the 3rd example can also be applied to the switching control and coincidence of the 1st or 2nd example mentioned above. If the switching control of the 1st or 2nd example and the operation mode of the 3rd example are applied simultaneously, it is possible to suppress smaller the current at the time of connection of a fuel cell 50.

[0044] In addition, although he was trying to raise the pneumatic pressure of a fuel cell 50, you may make it raise hydrogen pressure simultaneously in the 3rd example. That is, what is necessary is just to heighten the pressure of the reactant gas of a fuel cell 50 generally.

[0045] D. modification: -- the range which this invention is not restricted to an above-mentioned example or an above-mentioned operation gestalt, and does not deviate from that summary in addition -- setting -- various voice -- it is possible to set like and to carry out, for example, the following deformation is also possible.

[0046] D1. modification 1: Although only the capacitor 20 and the fuel cell system 30 were formed in power-source wiring, you may make it prepare the rechargeable battery as auxiliary power further in the above-mentioned example.

[0047] D2. modification 2: Although the above-mentioned example explained the example of the electric vehicle which used the hybrid power-source system, this invention is applicable also to equipment and the device which have the load of other classes.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The outline block diagram of the electric vehicle as the 1st example of this invention.

[Drawing 2] The explanatory view showing the configuration of the fuel cell system 30.

[Drawing 3] The graph which shows the output current (FC current) of a fuel cell 50, output voltage (FC electrical potential difference), and the relation of output power.

[Drawing 4] The graph which shows the relation between the output power (FC output) of a fuel cell 50, the effectiveness (FC effectiveness) of a fuel cell simple substance, and the effectiveness (FC system efficiency) of the whole fuel cell system.

[Drawing 5] The explanatory view showing actuation and effectiveness of chopping control.

[Drawing 6] The flow chart which shows the control procedure at the time of connection of the fuel cell 50 in the 1st example.

[Drawing 7] The outline block diagram of the electric vehicle as the 2nd example of this invention.

[Drawing 8] The flow chart which shows the control procedure at the time of connection of the fuel cell 50 in the 2nd example.

[Drawing 9] The explanatory view showing the condition at the time of connection of the fuel cell 50 in the 2nd example.

[Drawing 10] The graph which shows the pressure of the air supplied to a fuel cell 50, and the relation between a current/voltage characteristic.

[Drawing 11] The flow chart which shows the control procedure at the time of connection of the fuel cell 50 in the 3rd example.

[Drawing 12] The explanatory view showing the content of the map in which the relation between the capacitor electrical potential difference  $V_c$  and the desired value of the amount of air supply and air pressure is shown.

[Description of Notations]

12 14 -- Power-source wiring

20 -- Capacitor

22 -- Voltmeter

30 -- Fuel cell system

32 -- Switch

34 -- Diode for antisuckbacks

40 -- Motorised circuit

42 -- Motor

44 -- Gear device

46 -- Wheel driving shaft

50 -- Fuel cell

60 -- Hydrogen feed zone

62 -- Hydrogen supply source

64 -- Piping for hydrogen

66 -- Pressure regulating valve for hydrogen

68 -- Hydrogen exhaust valve

70 -- Air supply section

72 -- Compressor

74 -- Piping for air

76 -- Pressure regulating valve for air

78 -- Pneumatic pressure indicator

81 82 -- Wiring for connection

84 -- Switch

86 -- Switch

88 -- Limit resistance

100 -- Hybrid power-source system

200 -- Load

300 -- Control section

---

[Translation done.]



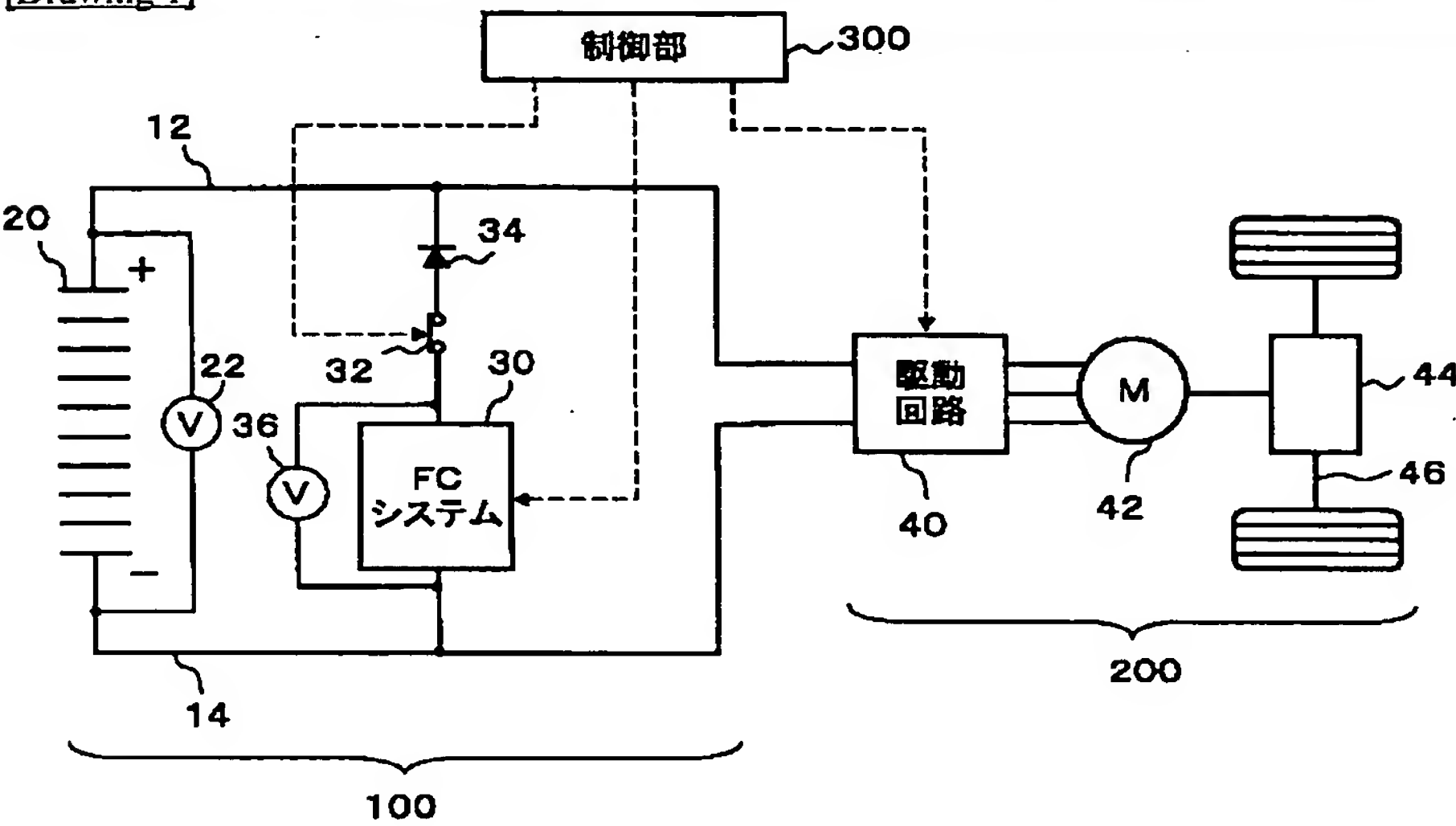
\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

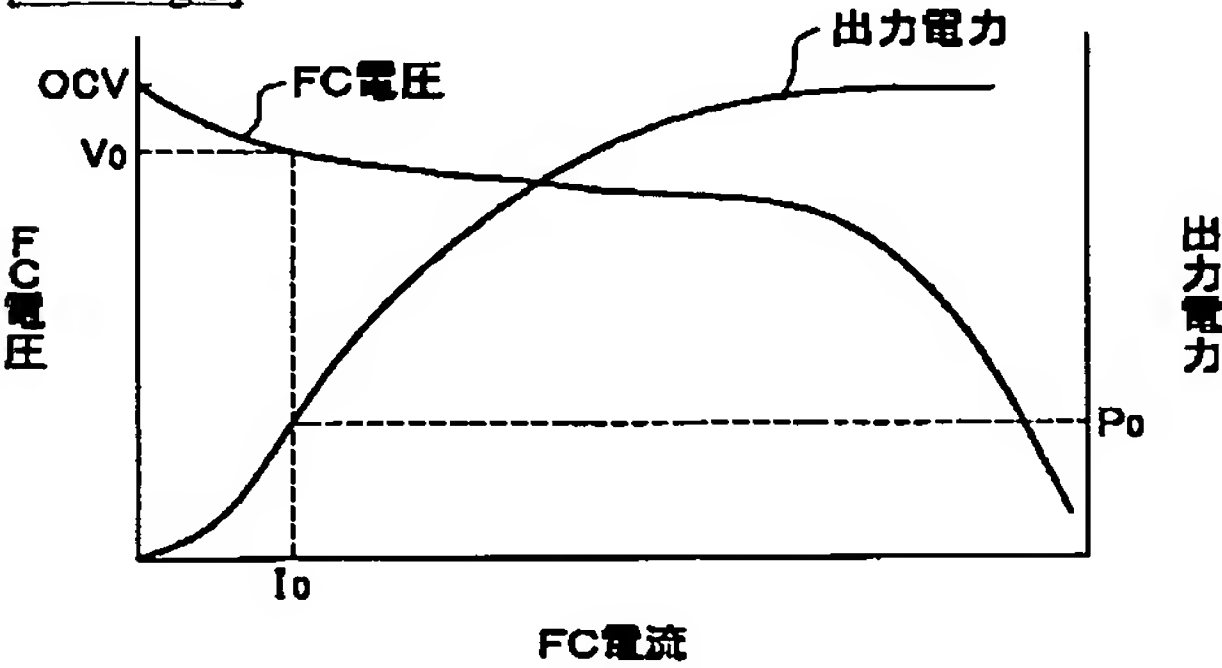
- 1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Drawing 3]

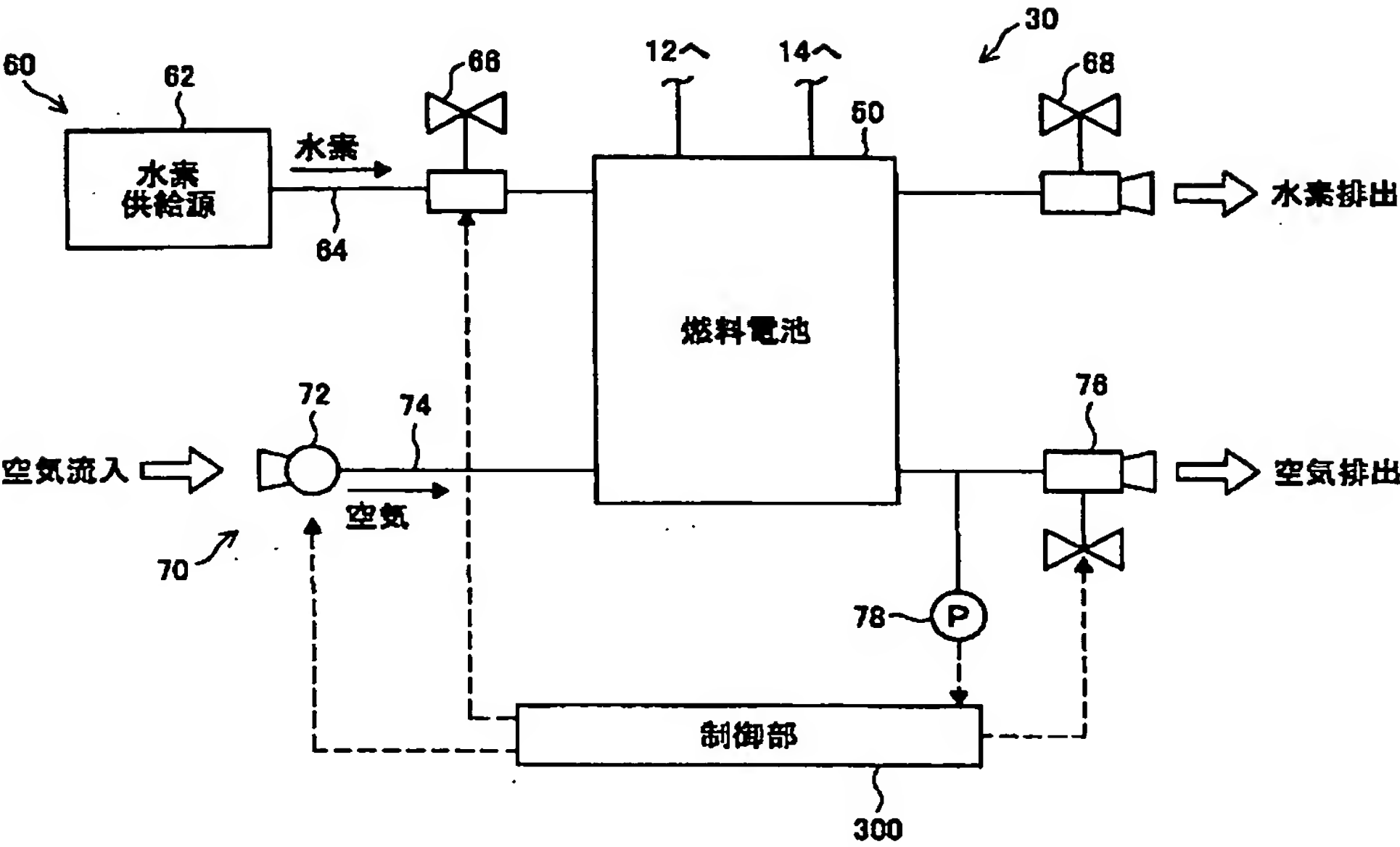


[Drawing 12]

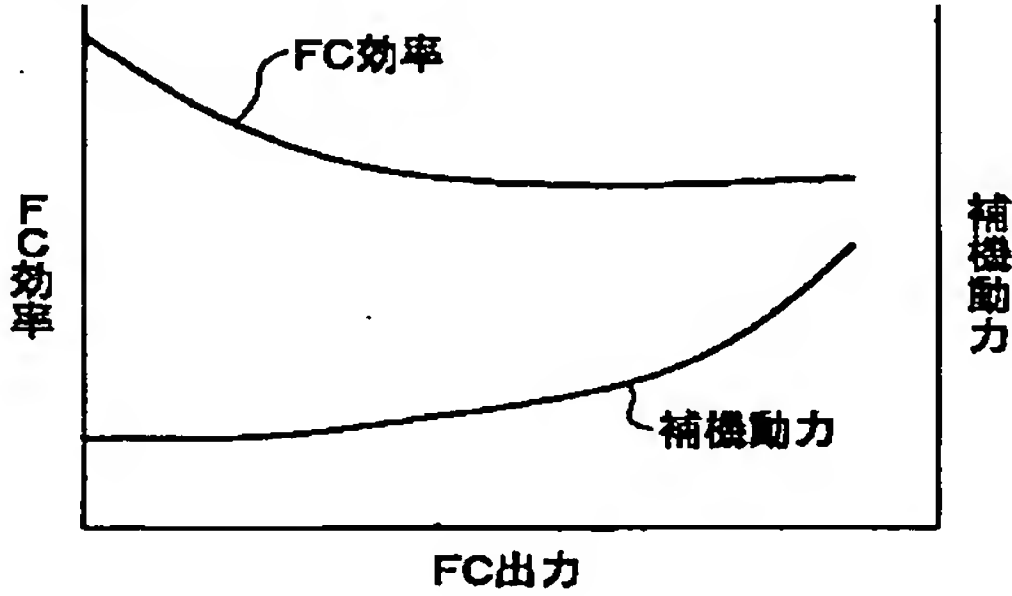
キャパシタ電圧	空気供給量	空気圧
Vc1以下	Qs1	Ps1
Vc1~Vc2	Qs2	Ps2
Vc2~Vc3	Qs3	Ps3
Vc3以上	Qs4	Ps4

$Vc1 < Vc2 < Vc3$   
 $Qs1 < Qs2 < Qs3 < Qs4$   
 $Ps1 < Ps2 < Ps3 < Ps4$

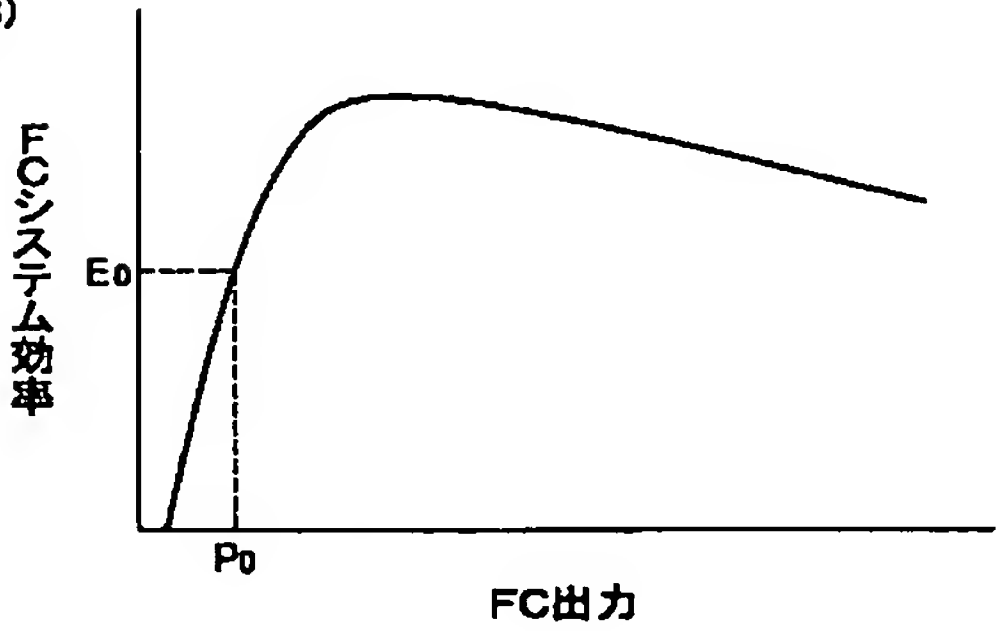
[Drawing 2]



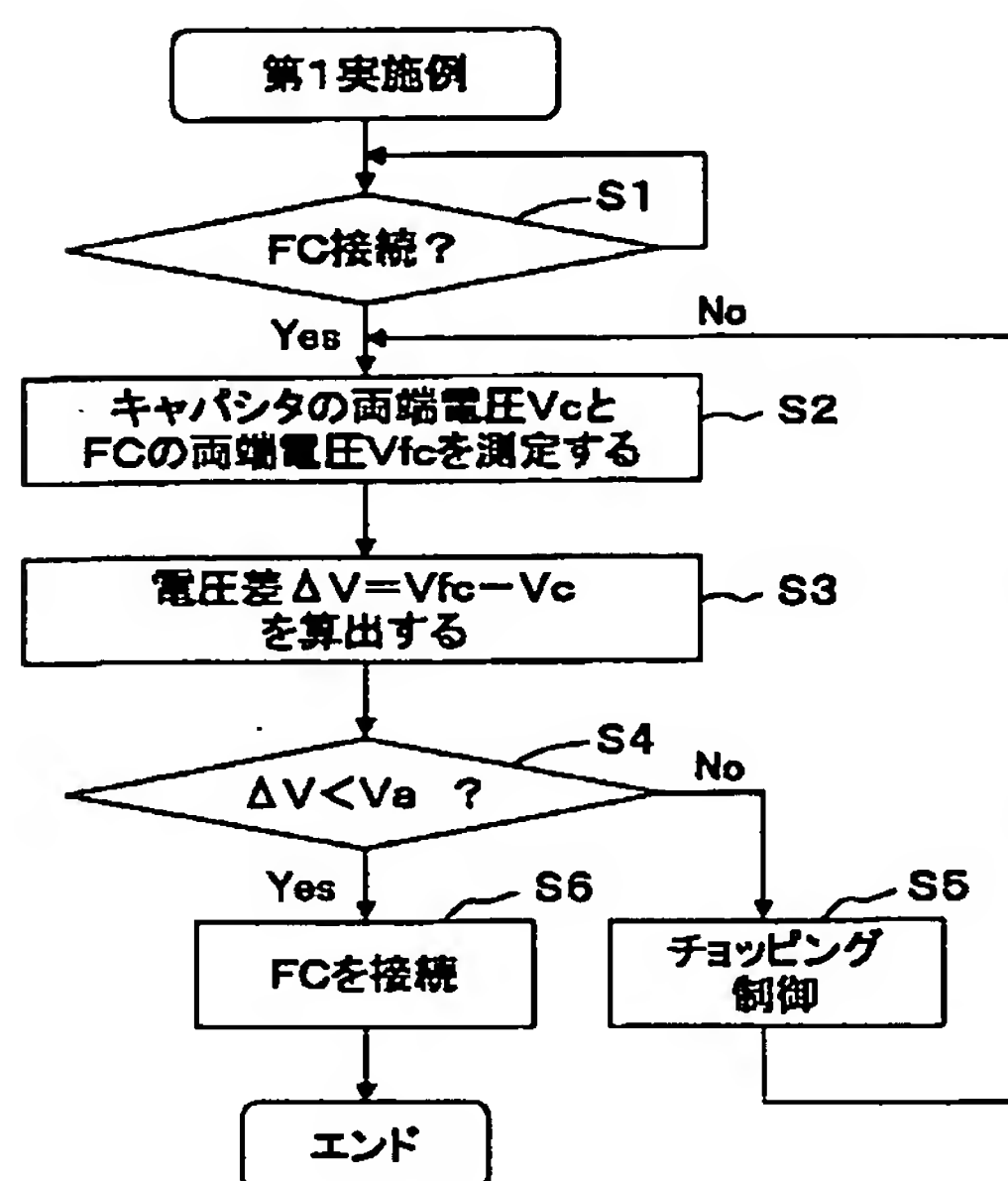
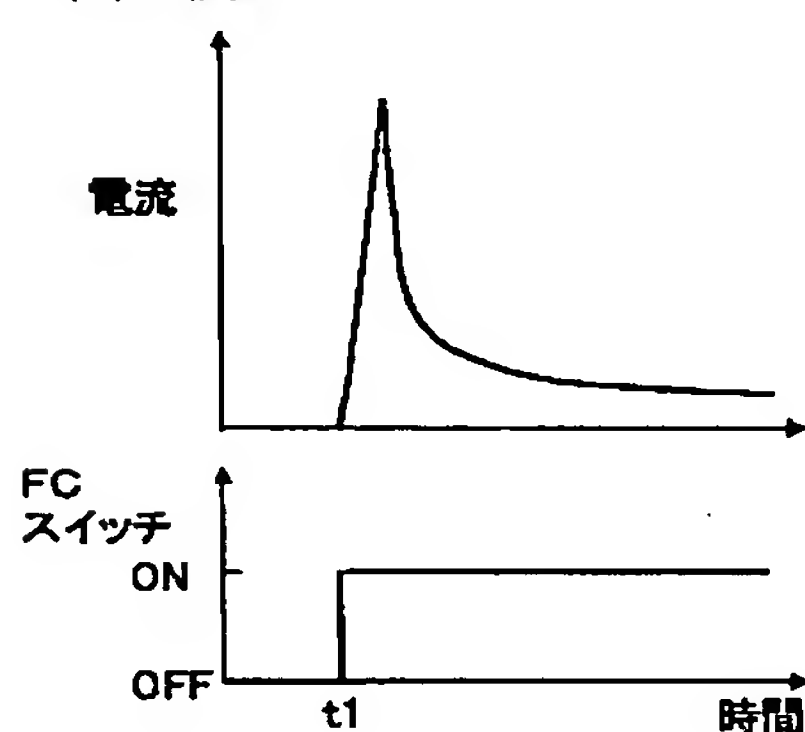
[Drawing 4]  
(A)



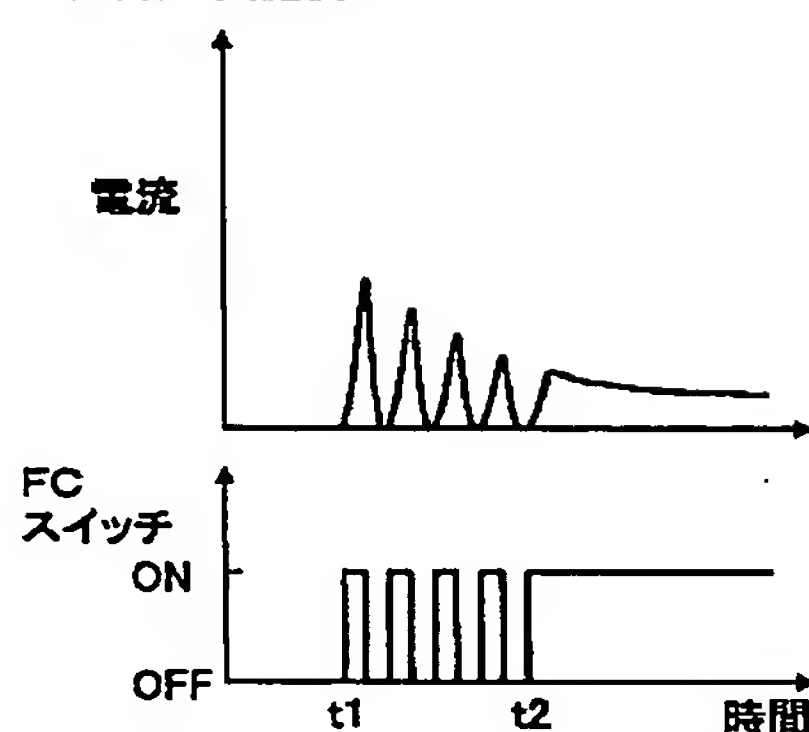
(B)



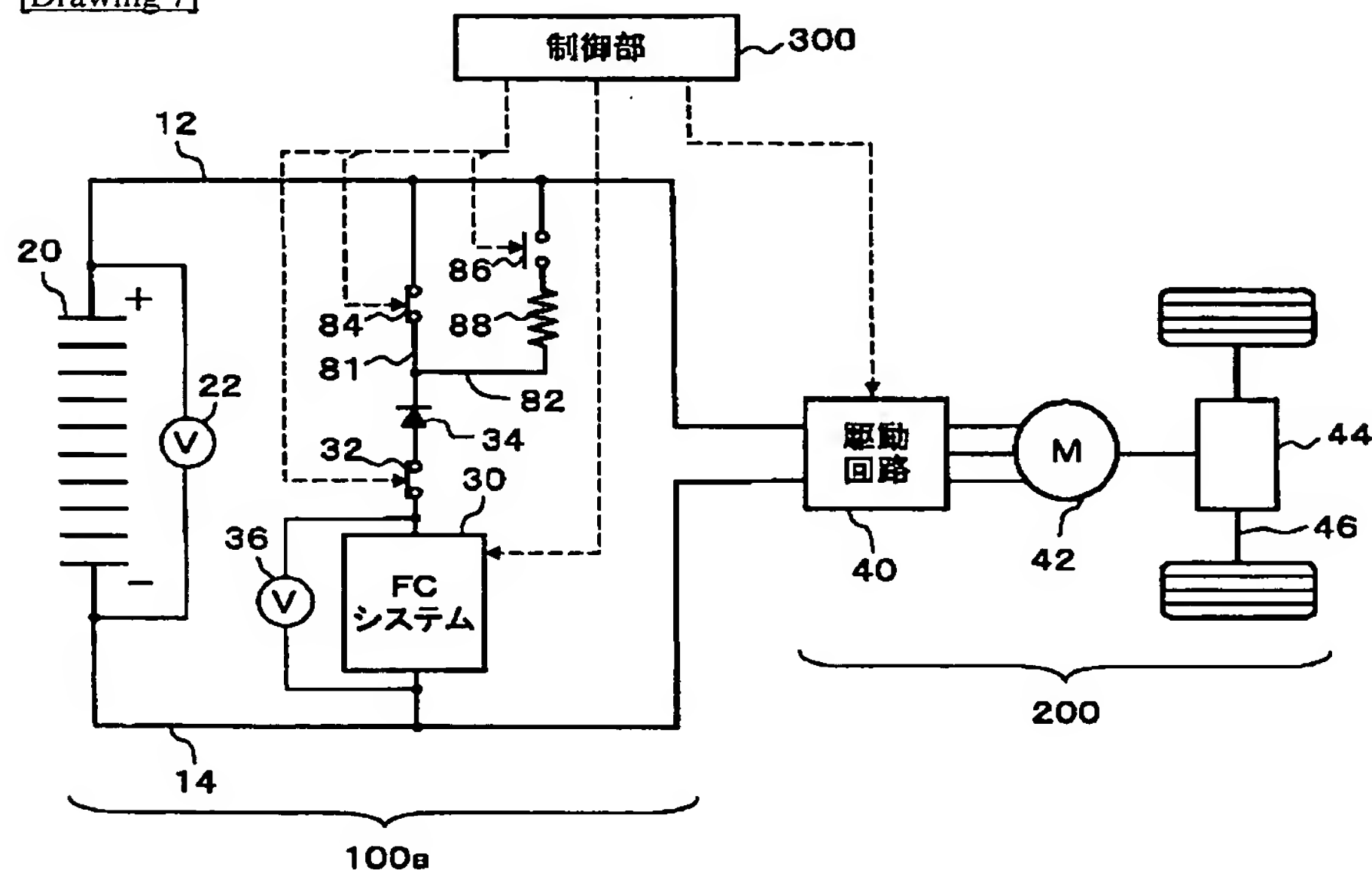
[Drawing 6]

[Drawing 5]  
(A) 比較例

(B) 第1実施例

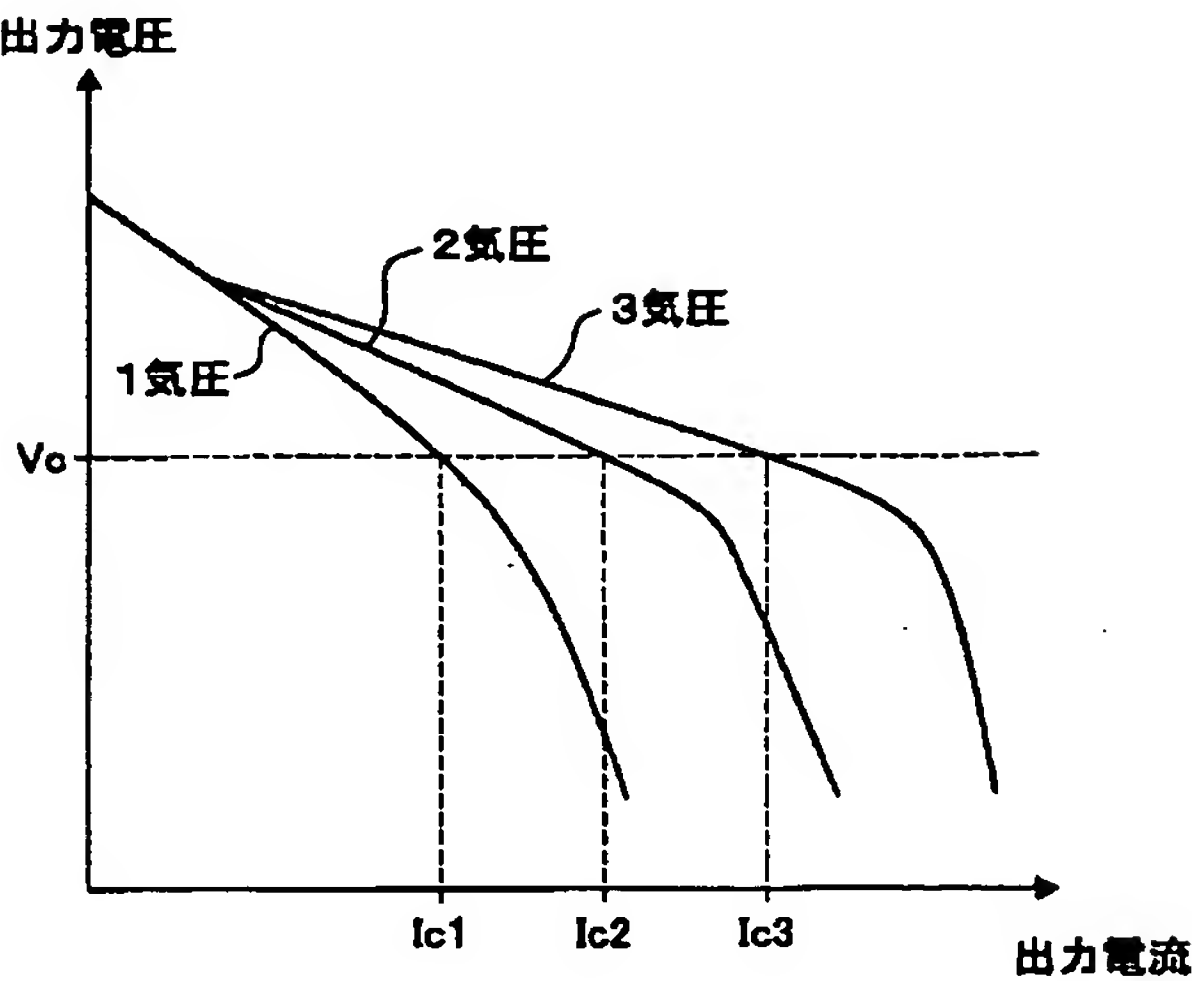


[Drawing 7]

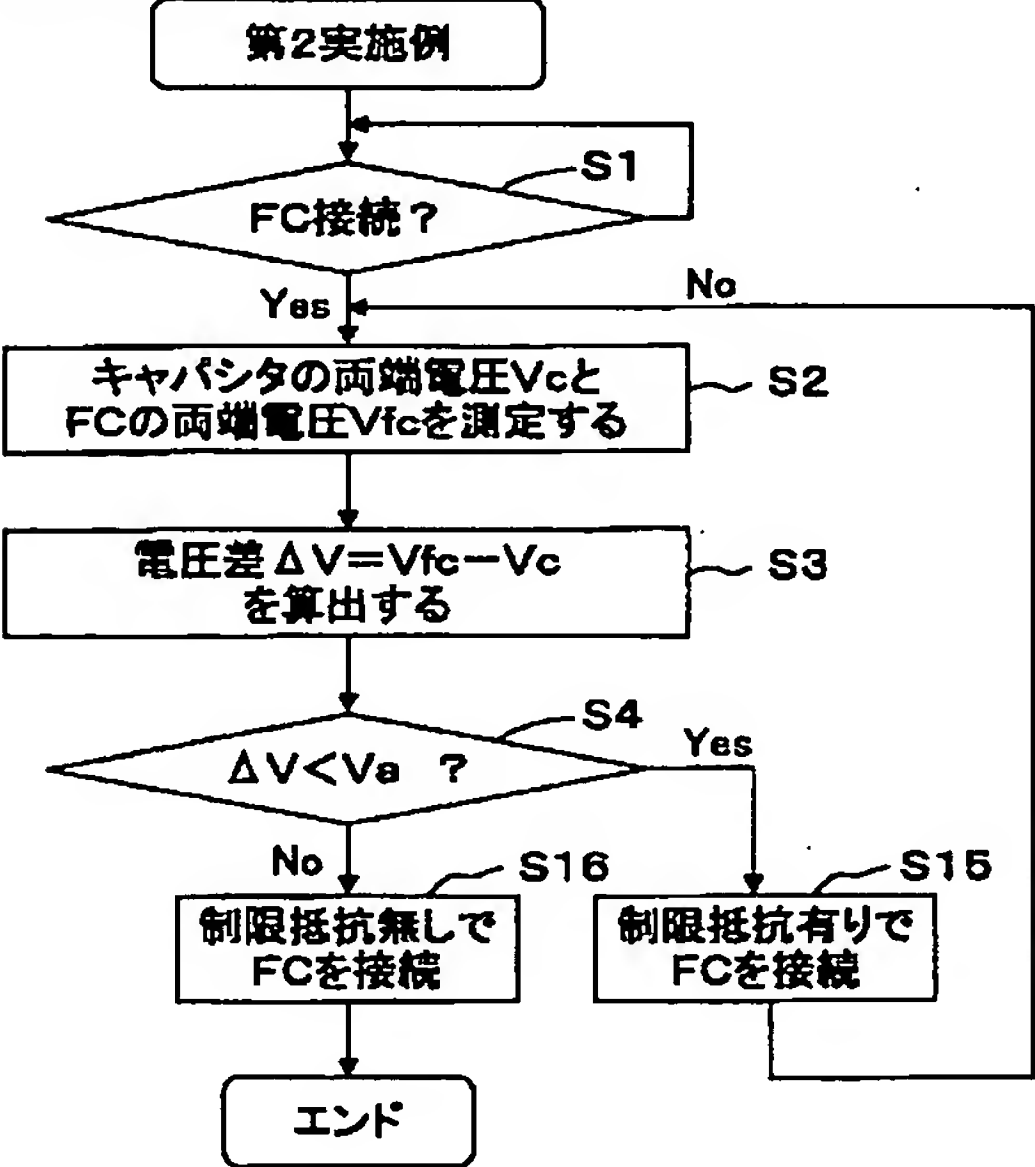


[Drawing 10]



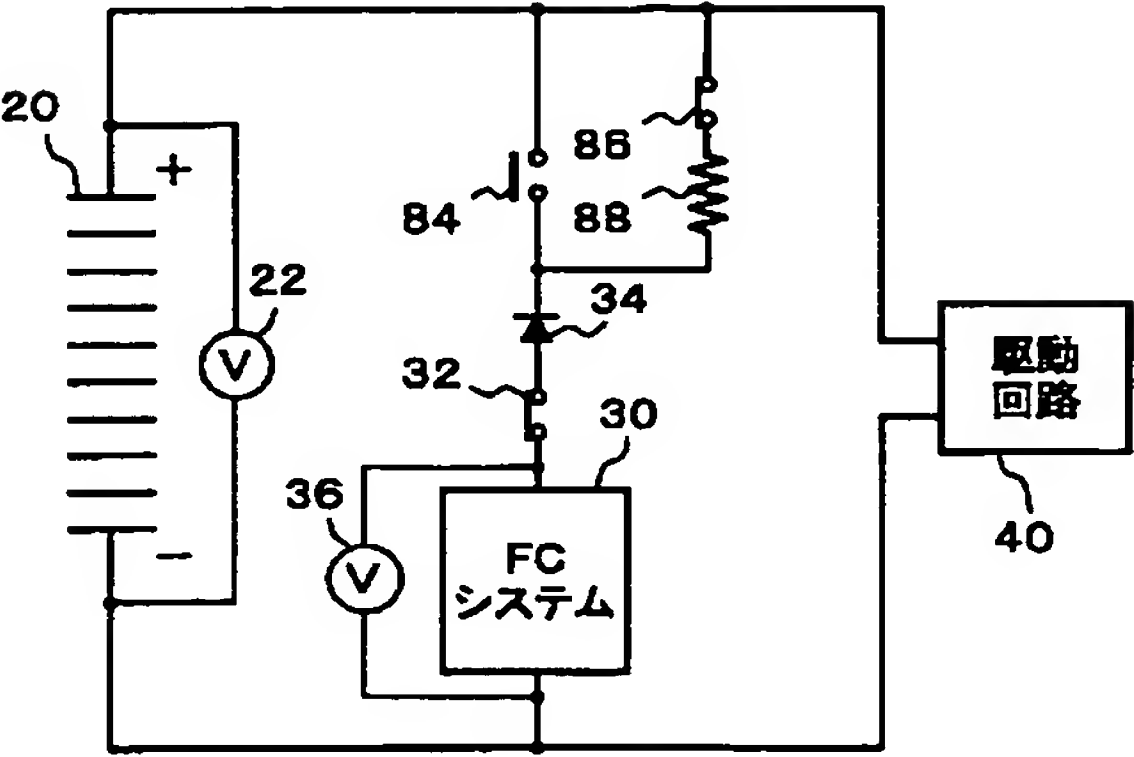


[Drawing 8]

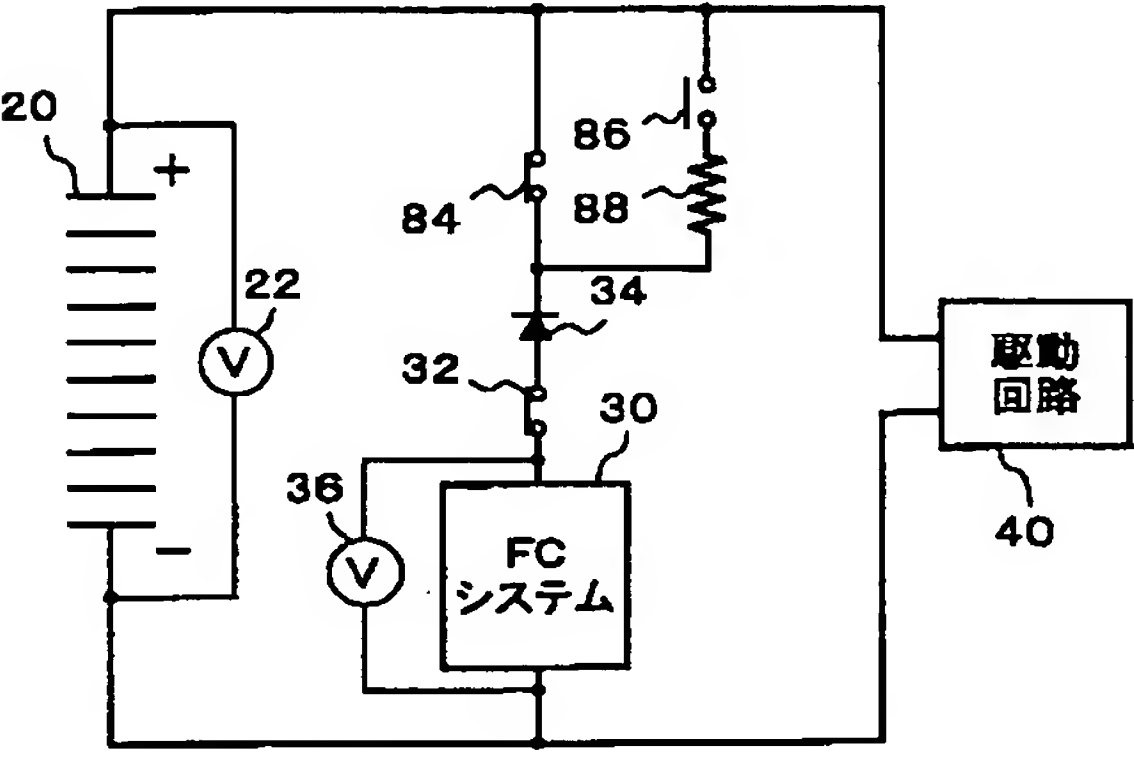


[Drawing 9]

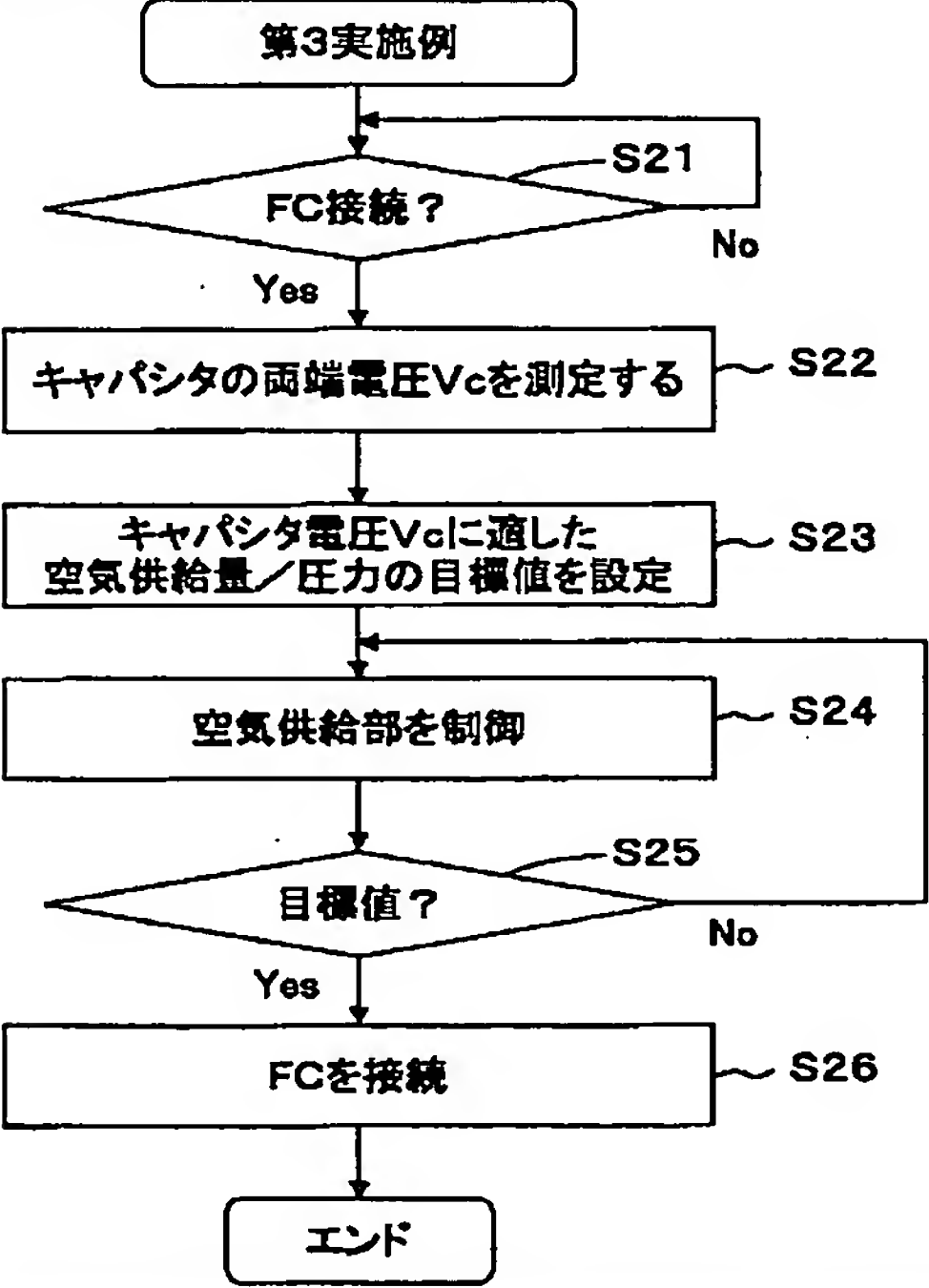
(A) 電圧差大のとき



(B) 電圧差小のとき



[Drawing 11]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-197229  
(P2003-197229A)

(43)公開日 平成15年7月11日(2003.7.11)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-グ-ト*(参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	P 5 H 0 2 7
B 6 0 L 11/18		B 6 0 L 11/18	G 5 H 1 1 5
H 0 1 M 8/00		H 0 1 M 8/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2001-393776(P2001-393776)

(22)出願日 平成13年12月26日(2001.12.26)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71)出願人 591261509

株式会社エクス・リサーチ

東京都千代田区外神田2丁目19番12号

(72)発明者 杉浦 浩

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 110000028

特許業務法人明成国際特許事務所

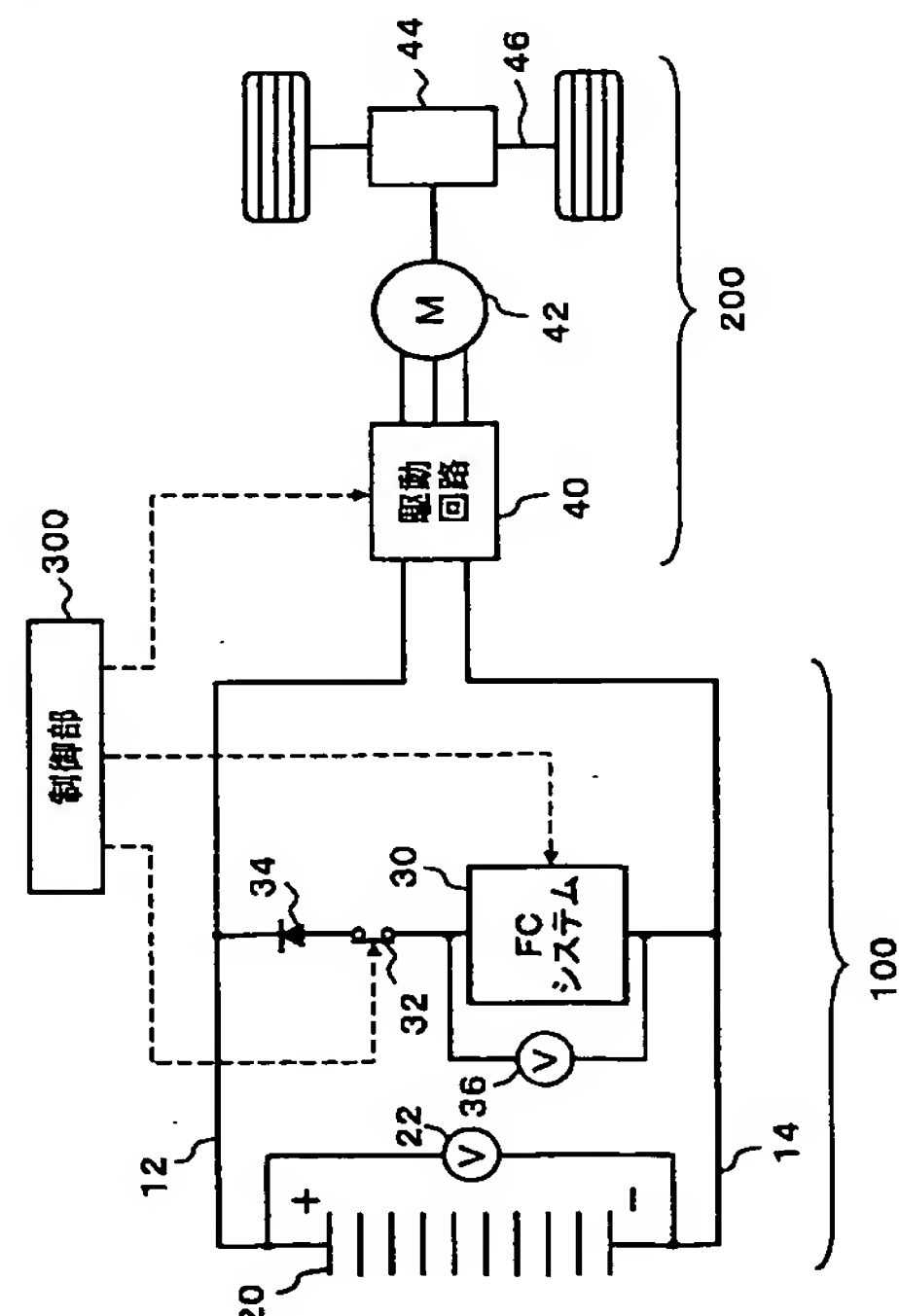
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池とキャパシタとを備えるハイブリッド電源システム

(57)【要約】

【課題】 燃料電池とキャパシタとを備えるハイブリッド電源システムにおいて、燃料電池を電源配線に接続する場合に、燃料電池から過大な電流が流れることを防止する。

【解決手段】 燃料電池30とキャパシタ20は、電源配線12、14に対して互いに並列に接続されている。第1の構成では、燃料電池50を電源配線に接続しようとする際に、キャパシタ20の両端電圧と燃料電池50の開放時の両端電圧との差異が所定の閾値以上である場合に、スイッチ32をチョッピング制御する。第2の構成では、チョッピング制御を行う代わりに、制限抵抗を介して燃料電池50を電源配線に接続する。また、第3の構成では、燃料電池50に供給される反応ガスの圧力を調整して、燃料電池の電流生成能力を調整する。





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 負荷に電源を供給するための電源システムであって、

前記負荷に接続された第 1 と第 2 の電源配線と、  
前記第 1 と第 2 の電源配線の間に接続された燃料電池を有する燃料電池システムと、

前記第 1 と第 2 の電源配線の間に前記燃料電池と並列に接続されたキャパシタと、

前記キャパシタの両端電圧を測定するための電圧計と、  
前記燃料電池と前記第 1 の電源配線との間の接続を開閉するためのスイッチと、

前記燃料電池システムと前記スイッチを制御するための制御部と、を備え、

前記制御部は、前記燃料電池を前記第 1 の電源配線に接続しようとする際に、前記キャパシタの両端電圧と前記燃料電池の開放時の両端電圧との差異が所定の閾値以上である場合に、前記スイッチをチョッピング制御することを特徴とする電源システム。

【請求項 2】 負荷に電源を供給するための電源システムであって、

前記負荷に接続された第 1 と第 2 の電源配線と、  
前記第 1 と第 2 の電源配線の間に接続された燃料電池を有する燃料電池システムと、

前記第 1 と第 2 の電源配線の間に前記燃料電池と並列に接続されたキャパシタと、

前記キャパシタの両端電圧を測定するための電圧計と、  
前記燃料電池と前記第 1 の電源配線との間に互いに並列に接続された 2 つの接続用配線であって、第 1 のスイッチを有する第 1 の接続用配線と、第 2 のスイッチと抵抗との直列接続を有する第 2 の接続用配線と、

前記燃料電池システムと前記第 1 と第 2 のスイッチを制御するための制御部と、を備え、

前記制御部は、前記燃料電池を前記第 1 の電源配線に接続しようとする際に、前記キャパシタの両端電圧と前記燃料電池の開放時の両端電圧との差異が所定の閾値以上である場合に、前記第 1 のスイッチを閉状態にする前に前記第 2 のスイッチを閉状態とすることを特徴とする電源システム。

【請求項 3】 負荷に電源を供給するための電源システムであって、

前記負荷に接続された第 1 と第 2 の電源配線と、  
前記第 1 と第 2 の電源配線の間に接続された燃料電池と、前記燃料電池に反応ガスを供給するガス供給部と、を有する燃料電池システムと、

前記第 1 と第 2 の電源配線の間に前記燃料電池と並列に接続されたキャパシタと、

前記キャパシタの両端電圧を測定するための電圧計と、  
前記燃料電池と前記第 1 の電源配線との間の接続を開閉するためのスイッチと、

前記燃料電池システムと前記スイッチを制御するための

制御部と、を備え、

前記制御部は、前記燃料電池を前記第 1 の電源配線に接続しようとする際に、前記燃料電池に供給される前記反応ガスの圧力を調整することによって前記燃料電池の電流生成能力を調整する運転モードを有することを特徴とする電源システム。

【請求項 4】 請求項 3 記載の電源システムであって、前記制御部は、前記キャパシタの両端電圧が小さいほど前記反応ガスの圧力が低くなるように前記調整を行う、電源システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池とキャパシタとを備えるハイブリッド電源システムに関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池は、環境に優しいクリーンな電源として注目されている。通常は、燃料電池単体では負荷変動に対処するのが困難な場合があるので、燃料電池と他の電源とを組み合わせたハイブリッド電源システムが有望である（特開平 9-298806 号公報など）。ハイブリッド電源システムにおいて燃料電池と共に用いる他の電源としては、キャパシタが有力であると考えられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、一般に、燃料電池を低負荷で運転すると、燃料電池システムの効率が低下する傾向にある。この理由は、低負荷では燃料電池の発電量が低下するのに対して、燃料電池に反応ガス（水素ガスや酸素ガス）を供給するための補機に要する動力がそれほど低下しないからである。そこで、ハイブリッド電源システムの負荷が小さい場合には、燃料電池を電源配線から切断して停止させるようにすれば、システム全体の効率の低下を防止することができる。

【0004】しかし、燃料電池とキャパシタとを備えるハイブリッド電源システムにおいて、燃料電池を電源配線に再接続しようとする場合に、燃料電池の開放電圧とキャパシタの両端電圧との関係によっては燃料電池から大きな電流が流れる場合がある。燃料電池から過大な電流が流れると、燃料電池を構成する部材を劣化させる可能性があるという問題があり、また、周辺電気部品を劣化させるという問題がある。

【0005】本発明は、上述した従来の課題を解決するためになされたものであり、燃料電池とキャパシタとを備えるハイブリッド電源システムにおいて、燃料電池を電源配線に接続する場合に、燃料電池から過大な電流が流れることを防止する技術を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記目的の少なくとも一部を達成するために、本発明の第

1の電源システムは、負荷に電源を供給するための電源システムであって、前記負荷に接続された第1と第2の電源配線と、前記第1と第2の電源配線の間接続された燃料電池を有する燃料電池システムと、前記第1と第2の電源配線の間前記燃料電池と並列に接続されたキャパシタと、前記キャパシタの両端電圧を測定するための電圧計と、前記燃料電池と前記第1の電源配線との間の接続を開閉するためのスイッチと、前記燃料電池システムと前記スイッチを制御するための制御部と、を備える。前記制御部は、前記燃料電池を前記第1の電源配線に接続しようとする際に、前記キャパシタの両端電圧と前記燃料電池の開放時の両端電圧との差異が所定の閾値以上である場合に、前記スイッチをチョッピング制御することを特徴とする。

【0007】この第1の電源システムによれば、キャパシタの両端電圧と燃料電池の開放時の両端電圧との差異が所定の閾値以上である場合に、燃料電池と電源配線とを接続するためのスイッチをチョッピング制御するので、燃料電池から流れる電流を小さくすることができる。この結果、燃料電池から過大な電流が流れることを防止することが可能である。

【0008】本発明の第2の電源システムは、負荷に電源を供給するための電源システムであって、前記負荷に接続された第1と第2の電源配線と、前記第1と第2の電源配線の間接続された燃料電池を有する燃料電池システムと、前記第1と第2の電源配線の間前記燃料電池と並列に接続されたキャパシタと、前記キャパシタの両端電圧を測定するための電圧計と、前記燃料電池と前記第1の電源配線との間に互いに並列に接続された2つの接続用配線であって、第1のスイッチを有する第1の接続用配線と、第2のスイッチと抵抗との直列接続を有する第2の接続用配線と、前記燃料電池システムと前記第1と第2のスイッチを制御するための制御部と、を備える。前記制御部は、前記燃料電池を前記第1の電源配線に接続しようとする際に、前記キャパシタの両端電圧と前記燃料電池の開放時の両端電圧との差異が所定の閾値以上である場合に、前記第1のスイッチを閉状態にする前に前記第2のスイッチを閉状態とすることを特徴とする。

【0009】この第2の電源システムによれば、キャパシタの両端電圧と燃料電池の開放時の両端電圧との差異が所定の閾値以上である場合に、制限抵抗を介して燃料電池と電源配線とを接続するので、燃料電池から流れる電流を小さくすることができる。この結果、燃料電池から過大な電流が流れることを防止することが可能である。

【0010】本発明の第2の電源システムは、負荷に電源を供給するための電源システムであって、前記負荷に接続された第1と第2の電源配線と、前記第1と第2の電源配線の間接続された燃料電池と、前記燃料電池に

反応ガスを供給するガス供給部と、を有する燃料電池システムと、前記第1と第2の電源配線の間前記燃料電池と並列に接続されたキャパシタと、前記キャパシタの両端電圧を測定するための電圧計と、前記燃料電池と前記第1の電源配線との間の接続を開閉するためのスイッチと、前記燃料電池システムと前記スイッチを制御するための制御部と、を備える。前記制御部は、前記燃料電池を前記第1の電源配線に接続しようとする際に、前記燃料電池に供給される前記反応ガスの圧力を調整することによって前記燃料電池の電流生成能力を調整する運転モードを有することを特徴とする。

【0011】この第3の電源システムによれば、燃料電池50を電源配線に接続する際に、燃料電池の電流生成能力を調整するので、燃料電池から流れる電流を小さくすることができる。この結果、燃料電池から過大な電流が流れることを防止することが可能である。

【0012】なお、第3の電源システムにおいて、前記制御部は、前記キャパシタの両端電圧が小さいほど前記反応ガスの圧力が低くなるように前記調整を行うようにしてもよい。

【0013】反応ガスの圧力が低いほど燃料電池の電流生成能力も低くなるので、キャパシタの両端電圧が小さく、燃料電池の開放電圧との差が大きくなったときにも、燃料電池から過大な電流が流れるのを防止することができる。

【0014】なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、ハイブリッド電源システムおよびその制御方法、それらのシステムを備える移動体およびその制御方法、それらのシステムまたは方法の機能を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記録媒体、そのコンピュータプログラムを含み搬送波内に具現化されたデータ信号、等の態様で実現することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて以下の順序で説明する。

A. 第1実施例：

B. 第2実施例：

C. 第3実施例：

D. 変形例：

【0016】A. 第1実施例：図1は、本発明の第1実施例としての電気自動車の概略構成図である。この電気自動車（以下、単に「車両」と呼ぶ）は、ハイブリッド電源システム100と、車輪を含む負荷200と、制御部300と、を備えている。ハイブリッド電源システム100は、2本の電源配線12、14の間に互いに並列に接続されたキャパシタ20と燃料電池システム30

（「FCシステム」とも呼ぶ）とを有している。キャパシタ20と燃料電池システム30には、両端電圧を測定するための電圧計22、36がそれぞれ設けられてい



る。また、燃料電池システム30と、第1の電源配線12との間には、スイッチ32と、逆流防止用ダイオード34とが直列に接続されている。

【0017】電源配線12、14は、負荷200のモータ駆動回路40に接続されている。このモータ駆動回路40は、モータ42を駆動するための回路であり、例えばトランジスタインバータで構成されている。モータ42で発生した動力は、ギヤ機構44を介して車輪駆動軸46に伝達される。制御部300は、燃料電池システム30と、スイッチ32と、駆動回路40とに電氣的に接

続されており、これらの回路の制御を含む各種の制御を実行する。

【0018】なお、制御部300の各種の制御動作は、制御部300に内蔵されている図示しないメモリ内に格納されたコンピュータプログラムを、制御部300が実行することによって実現される。このメモリとしては、ROMやハードディスクなどの種々の記録媒体を利用することが可能である。

【0019】図2は、燃料電池システム30の構成を示す説明図である。この燃料電池システム30は、燃料電池50と、水素供給部60と、空気供給部70とを有している。燃料電池50は、通常は単位セルが積層された構成を有しているので、「燃料電池スタック」とも呼ぶ。燃料電池50で発生した電力は、2本の電源配線12、14（図1）を介して負荷200に供給される。

【0020】水素供給部60は、水素供給源62と水素用配管64とを有しており、燃料電池50内部の水素供給路に水素を供給する。水素供給源62としては、水素ボンベや水素吸蔵合金、改質装置などを利用することができる。水素用配管64には、水素用調圧弁66と、水素排出弁68とが設けられている。水素用調圧弁66は、燃料電池50に供給される水素の圧力を調整するための調整弁である。水素排出弁68は、必要に応じて水素の排出を停止するための開閉弁である。

【0021】空気供給部70は、コンプレッサ72と空気用配管74とを有しており、燃料電池50内部の空気供給路に空気を供給する。空気用配管74には、空気用調圧弁76と、空気圧計78とが設けられている。

【0022】図3は、燃料電池50の電流と電圧と電力の三者の関係を示すグラフである。一般に、電流の増大に伴って電圧は減少するが、出力電力は増大する。図4（A）は、燃料電池50の出力電力と燃料電池50単体の効率との関係を示すグラフである。燃料電池50の出力電力（FC出力）が大きくなるほど、燃料電池単体の効率は次第に低下する傾向にある。ここでの効率は、燃料電池システム30の補機の消費電力を考慮しない燃料電池50単体の効率（投入した反応ガス量が有するエネルギーに対する出力電力の比）である。ここで、「燃料電池システム30の補機」とは、燃料電池50による発電を行なうために用いられる補助的な機器を意味してお

り、図2に示したコンプレッサ72などがこれに相当する。

【0023】図4（A）に示されているように、補機の消費電力（補機動力）は、燃料電池50の出力電力と共に低下するが、出力電力がかなり小さい時にも補機の消費電力はそれほど低下せず、ある程度の電力が必要とされる。換言すれば、燃料電池50の出力電力が小さいときには、そのかなりの部分が補機に消費されることになる。この結果、図4（B）に示すように、燃料電池50の出力電力が小さいときには燃料電池システム30全体の効率は低い。また、燃料電池システム30全体の効率は、出力電力の増大に伴って次第に増大してピークに達し、その後、再び減少するような上に凸の曲線を描く。

【0024】このように、燃料電池50の出力が低いときには燃料電池システム30の効率がかなり低下する。従って、燃料電池50の出力が低いときには燃料電池システム30の運転を停止して、キャパシタ20によって必要な電力を供給することが好ましい。そこで、本実施例では、燃料電池50への要求電力量が所定の閾値 $P_0$

（図4（B））以下の場合には、燃料電池システム30の運転を停止し、また、スイッチ32（図1）を開状態に設定して燃料電池50を電源配線12から切断する。この閾値 $P_0$ は、燃料電池システム30全体の効率が過度に低くならないような値に適宜設定される。こうすることによって、ハイブリッド電源システム100全体のエネルギー効率を高めることができる。なお、出力電力の閾値 $P_0$ の代わりに、この値に相当する出力電圧値 $V_0$ または出力電流値 $I_0$ （図3）を用いて、燃料電池システム30の運転を停止するようにしてもよい。

【0025】但し、燃料電池システム30を停止した状態でキャパシタ20のみを用いて長時間運転を継続すると、キャパシタ20の電圧が低下して、モータ42に十分な駆動力を発生させることができなくなる。そこで、このような場合には、燃料電池システム30の運転を再開し、スイッチ32を閉じて燃料電池50を電源配線12に再接続する。また、キャパシタ20の電圧が低下しなくても、ハイブリッド電源システム100への要求電力が増大したとき（例えば車両の加速時）には、燃料電池50の運転を再開して電源配線12に再接続する。この結果、燃料電池システム30は、車両の負荷やキャパシタ20の電圧の変化に応じて間欠的に運転される。

【0026】ところで、燃料電池50を電源配線12に接続する場合には、次のような問題が発生する可能性がある。図3から解るように、スイッチ32（図1）を開放すると、燃料電池50の電圧は開放電圧OCVまで上昇する。一方、キャパシタ20の両端電圧は、負荷200によって消費されて次第に低下する。燃料電池50を電源配線12に接続する場合に、キャパシタ20の両端電圧と燃料電池50の開放電圧OCVとの差が大きい場合には、燃料電池50からかなり大きな電流が流れる可



能性がある。燃料電池50から過大な電流が流れると、燃料電池50の構成部材や周辺電気部品を劣化させる原因となり得る。

【0027】第1実施例では、上述のような問題を回避するために、燃料電池50を電源配線に接続する場合に、スイッチ32のチョッピング制御を実行する。図5は、チョッピング制御の動作とその効果を示す説明図である。図5(A)は、チョッピング制御を行わずに燃料電池50を電源配線に継続的に接続した場合の電流値の変化の一例を示している。この例では、時刻 $t_1$ においてスイッチ32(図1)がオン状態になると、燃料電池50からかなり大きな電流が急激に流れ出ている。図5(B)は、チョッピング制御を行った場合の動作を示している。この例では、時刻 $t_1$ からしばらくの間、スイッチ32のチョッピング制御が行われており、スイッチ32が間欠的にオン状態に設定されている。このようなチョッピング制御を行えば、燃料電池50から過度に大きな電流が流れることを防止できる。燃料電池50から流れる電流が比較的小さくなった後の時刻 $t_2$ 以降においては、スイッチ32が継続的にオン状態に保たれる。こうすれば、燃料電池50から過度に大きな電流を流すことなく、燃料電池50を電源配線に接続することが可能である。

【0028】図6は、第1実施例における燃料電池50の接続時の制御手順を示すフローチャートである。ステップS1では、燃料電池50を電源配線12に接続するか否かが判断される。接続すると判断された場合には、ステップS2において、キャパシタ20の両端電圧 $V_c$ と燃料電池50の両端電圧 $V_{fc}$ とが測定される。なお、通常は、燃料電池50の両端電圧 $V_{fc}$ は開放電圧OCVまで上昇していると考えられるので、両端電圧 $V_{fc}$ を測定する代わりに、既知である開放電圧OCVをその両端電圧として利用しても良い。ステップS3では、キャパシタ20と燃料電池50の電圧差 $\Delta V (= V_{fc} - V_c)$ が算出され、ステップS4では、その電圧差 $\Delta V$ が、所定の閾値 $V_a$ より小さいか否かが判断される。この閾値 $V_a$ は、燃料電池50の接続時にチョッピング制御を必要とするか否かを判断するための閾値であり、例えば、制御部300内のROM(図示せず)に予め書き込まれている。

【0029】電圧差 $\Delta V$ がその閾値 $V_a$ 以上の場合には、燃料電池50から過大な電流が流れる可能性があるため、ステップS5において図5(B)に示したようなチョッピング制御が行われる。この時には、ステップS2に戻り、ステップS2～S4の工程が繰り返される。一方、電圧差 $\Delta V$ が閾値 $V_a$ よりも小さくなった場合には、ステップS6においてスイッチ32がオン状態に設定され、燃料電池50が電源配線に継続的に接続される。

【0030】なお、電圧差 $\Delta V$ が閾値 $V_a$ よりも小さく

なってからチョッピング制御を停止する代わりに、スイッチングの開始時刻 $t_1$ から一定時間経過後にチョッピング制御を停止するようにしてもよい。

【0031】このように、第1実施例では、燃料電池50を電源配線に接続する際に、キャパシタ20と燃料電池50の電圧差 $\Delta V$ が大きいときにスイッチ32のチョッピング制御を行うようにしたので、燃料電池50から過大な電流が流れることを防止できる。この結果、燃料電池50の構成部材の劣化を緩和することが可能である。

【0032】B. 第2実施例：図7は、本発明の第2実施例としての電気自動車の概略構成図である。この第2実施例の電源システム100aは、逆流防止用ダイオード34と電源配線12との間に、互いに並列な2つの接続用配線81、82を設けた構成を有している。第1の接続用配線81にはスイッチ84が設けられており、第2の接続用配線82にはスイッチ86と抵抗88との直列接続が設けられている。この抵抗88は、燃料電池50を電源配線12に接続する際の電流値を低下させる制限抵抗として機能する。

【0033】図8は、第2実施例における燃料電池50の接続時の制御手順を示すフローチャートである。この手順は、図6のステップS5、S6をステップS15、S16で置き換えたものであり、他のステップS1～S4は図6に示した第1実施例のものと同一である。

【0034】第2実施例では、キャパシタ20と燃料電池50の電圧差 $\Delta V$ が閾値 $V_a$ 以上の場合には、ステップS15において制限抵抗88側のスイッチ86が接続され、他方のスイッチ84は開放状態に保たれる。図9(A)は、この時の回路の状態を示している。燃料電池50が制限抵抗88を介して電源配線12に接続されると、燃料電池50から流れる電流は小さな値に制限される。この時には、ステップS2に戻り、ステップS2～S4の工程が繰り返される。一方、電圧差 $\Delta V$ が閾値 $V_a$ よりも小さくなった場合には、ステップS16において、制限抵抗88の無い側のスイッチ84がオン状態に設定される。図9(B)は、この時の回路の状態を示している。

【0035】なお、ステップS16では、制限抵抗88側のスイッチ86もオン状態に設定しても良い。この説明から理解できるように、燃料電池50を電源配線に接続する際には、制限抵抗88の無い側のスイッチ84を閉状態にする前に、制限抵抗88のある側のスイッチ86を閉状態に設定すればよい。

【0036】また、電圧差 $\Delta V$ が閾値 $V_a$ よりも小さくなってからスイッチ84をオン状態に設定する代わりに、スイッチングの開始時刻 $t_1$ から一定時間経過後に、スイッチ84をオン状態に設定するようにしてもよい。

【0037】このように、第2実施例では、燃料電池50

0を電源配線に接続する際に、キャパシタ20と燃料電池50の電圧差 $\Delta V$ が大きいときに制限抵抗88を介して電流を流すようにしたので、燃料電池50から過大な電流が流れることを防止できる。この結果、燃料電池50の構成部材の劣化を緩和することが可能である。

【0038】C. 第3実施例：第3実施例では、以下に説明するように、燃料電池50の電流生成能力を低下させることによって燃料電池50の接続時に流れる電流を制限する。なお、装置の構成は、上述した第1実施例と第2実施例のいずれの構成を採用することも可能である。

【0039】図10は、燃料電池50に供給される空気の圧力と、電流／電圧特性との関係を示している。燃料電池50では、空気圧が高いほど、同じ電圧値に対して出力できる電流値が増大する。従って、燃料電池50に供給される空気圧を低くすれば、燃料電池50の出力電力（すなわち電流生成能力）も低くなる。この特性を利用すると、キャパシタ20と燃料電池50の電圧差 $\Delta V$ が大きいときには、空気圧を低くして燃料電池50の電流生成能力を低くすることによって、過大な電流が燃料電池50から流れることを防止できる。

【0040】図11は、第3実施例における燃料電池50の接続時の制御手順を示すフローチャートである。ステップS21では、燃料電池50を電源配線12に接続するか否かが判断される。接続すると判断された場合には、ステップS22において、キャパシタ20の両端電圧 $V_c$ が測定される。ステップS23では、予め設定されたマップを参照して、キャパシタ電圧 $V_c$ に適した空気供給量と空気圧力の目標値が設定される。図12は、キャパシタ電圧 $V_c$ と、空気供給量および空気圧力の目標値との関係を示すマップの内容を示す説明図である。この例から理解できるように、キャパシタ電圧 $V_c$ が低いほど空気供給量や空気圧力も低い値に設定される。

【0041】ステップS24、S25では、こうして設定された空気供給量と空気圧力の目標値を達成するように、空気供給部70（図2）が制御される。具体的には、コンプレッサ72の回転数や空気用調圧弁76の開度などが適宜調整される。空気供給量と空気圧力が目標値に十分近い値に達すると、ステップS25からステップS26に移行して、燃料電池50が電源配線に接続される。このとき、燃料電池50に供給される空気の圧力は低く、また、空気量も少ないので、燃料電池50から過大な電流が流れることが防止される。燃料電池50が電源配線に接続された後の通常運転状態では、制御部300は、空気圧が規定の圧力になるまで上昇するように空気供給部70を制御する。このとき、空気量は、燃料電池50の負荷に応じて調整される。

【0042】このように、第3実施例では、燃料電池50を電源配線に接続する際に、キャパシタ20の電圧が小さいときに燃料電池50の空気圧を低く設定したの

で、燃料電池50から大電流が流れることを防止できる。また、燃料電池システム30の起動時における空気量や空気圧が低く設定されるので、空気供給部70の立ち上がり時間が短くなり、より短時間で燃料電池システム30を起動させて電源配線に接続できるという利点がある。

【0043】なお、第3実施例の運転モードは、上述した第1または第2実施例のスイッチング制御と同時に適用することも可能である。第1または第2実施例のスイッチング制御と、第3実施例の運転モードとを同時に適用すれば、燃料電池50の接続時の電流をより小さく抑えることが可能である。

【0044】なお、第3実施例では、燃料電池50の空気圧を高めるようにしていたが、同時に水素圧を高めるようにしてもよい。すなわち、一般には、燃料電池50の反応ガスの圧力を高めるようにすればよい。

【0045】D. 変形例：なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0046】D1. 変形例1：上記実施例では、電源配線にキャパシタ20と燃料電池システム30のみが設けられていたが、補助電源としての2次電池をさらに設けるようにしてもよい。

【0047】D2. 変形例2：上記実施例では、ハイブリッド電源システムを使用した電気自動車の例について説明したが、本発明は、他の種類の負荷を有する装置や機器にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例としての電気自動車の概略構成図。

【図2】燃料電池システム30の構成を示す説明図。

【図3】燃料電池50の出力電流（FC電流）と出力電圧（FC電圧）と出力電力の関係を示すグラフ。

【図4】燃料電池50の出力電力（FC出力）と燃料電池単体の効率（FC効率）と燃料電池システム全体の効率（FCシステム効率）との関係を示すグラフ。

【図5】チョッピング制御の動作とその効果を示す説明図。

【図6】第1実施例における燃料電池50の接続時の制御手順を示すフローチャート。

【図7】本発明の第2実施例としての電気自動車の概略構成図。

【図8】第2実施例における燃料電池50の接続時の制御手順を示すフローチャート。

【図9】第2実施例における燃料電池50の接続時の状態を示す説明図。

【図10】燃料電池50に供給される空気の圧力と、電流／電圧特性との関係を示すグラフ。

【図11】第3実施例における燃料電池50の接続時の

制御手順を示すフローチャート。

【図12】キャパシタ電圧 $V_c$ と、空気供給量および空気圧の目標値との関係を示すマップの内容を示す説明図。

【符号の説明】

12, 14…電源配線

20…キャパシタ

22…電圧計

30…燃料電池システム

32…スイッチ

34…逆流防止用ダイオード

40…モータ駆動回路

42…モータ

44…ギヤ機構

46…車輪駆動軸

50…燃料電池

60…水素供給部

62…水素供給源

64…水素用配管

66…水素用調圧弁

68…水素排出弁

70…空気供給部

72…コンプレッサ

74…空気用配管

76…空気用調圧弁

78…空気圧計

10 81, 82…接続用配線

84…スイッチ

86…スイッチ

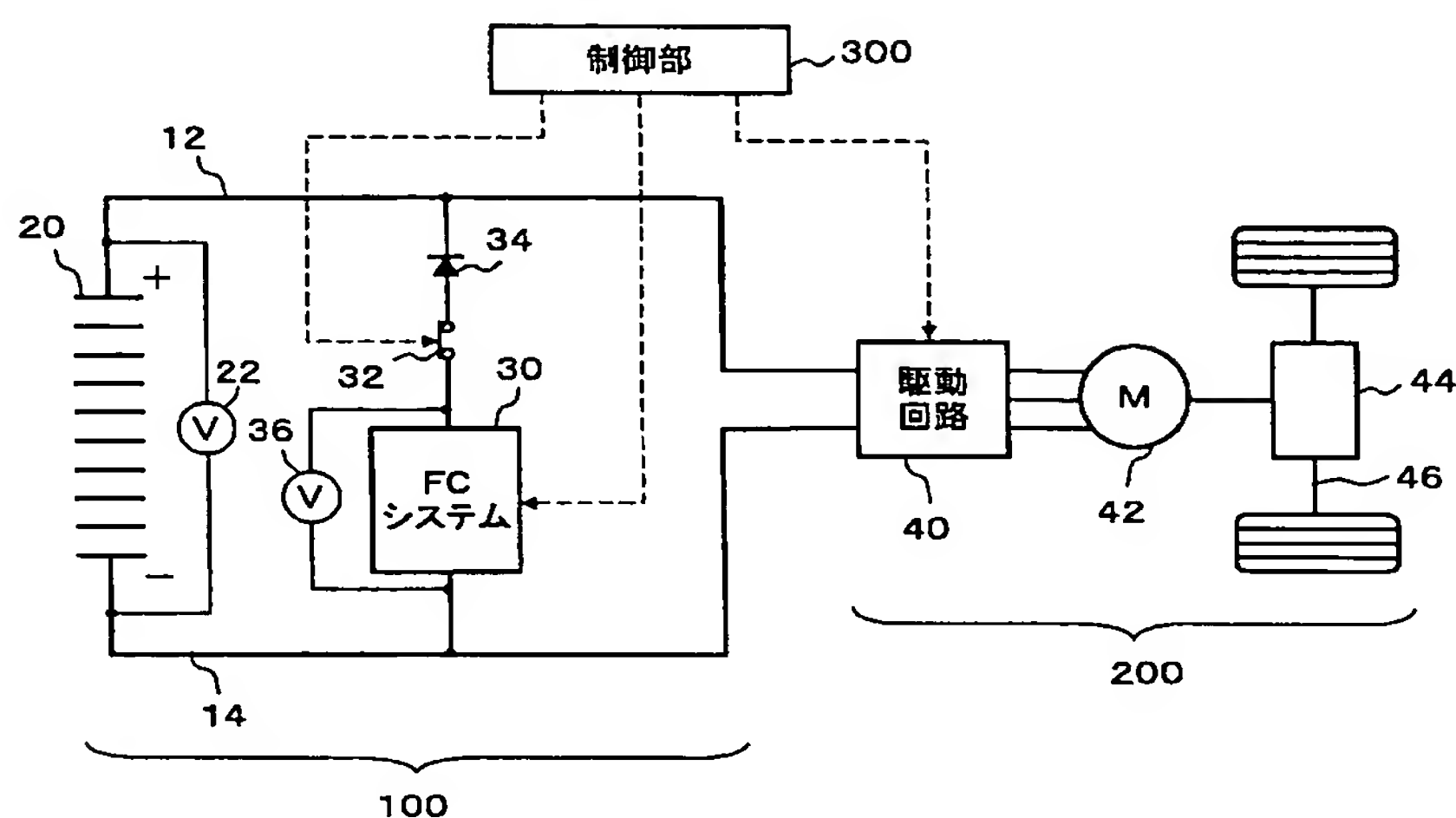
88…制限抵抗

100…ハイブリッド電源システム

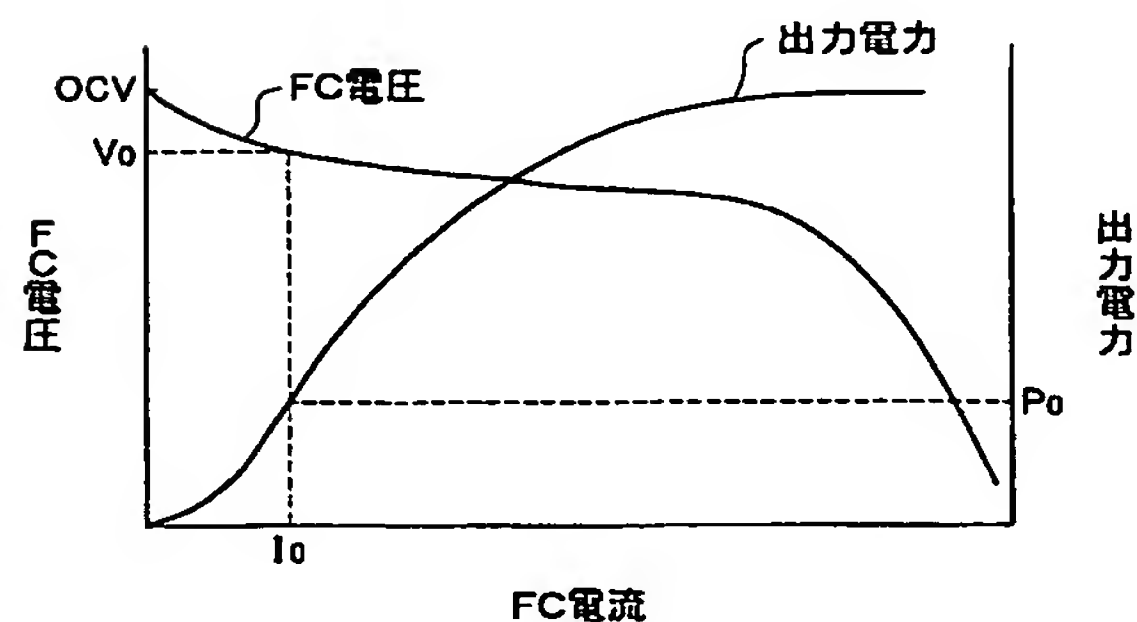
200…負荷

300…制御部

【図1】



【図3】



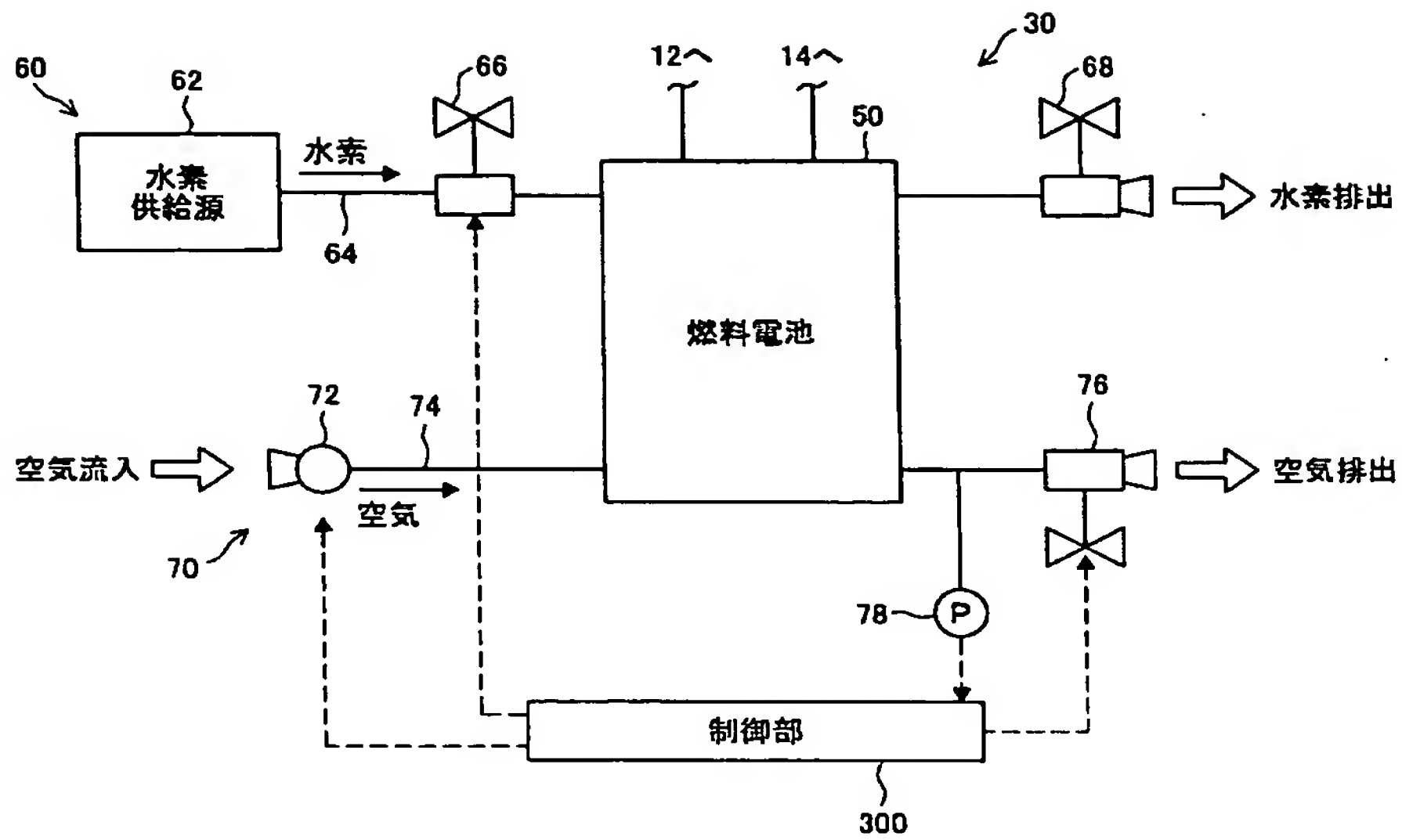
【図12】

キャパシタ電圧	空気供給量	空気圧
$V_{c1}$ 以下	$Q_{s1}$	$P_{s1}$
$V_{c1} \sim V_{c2}$	$Q_{s2}$	$P_{s2}$
$V_{c2} \sim V_{c3}$	$Q_{s3}$	$P_{s3}$
$V_{c3}$ 以上	$Q_{s4}$	$P_{s4}$

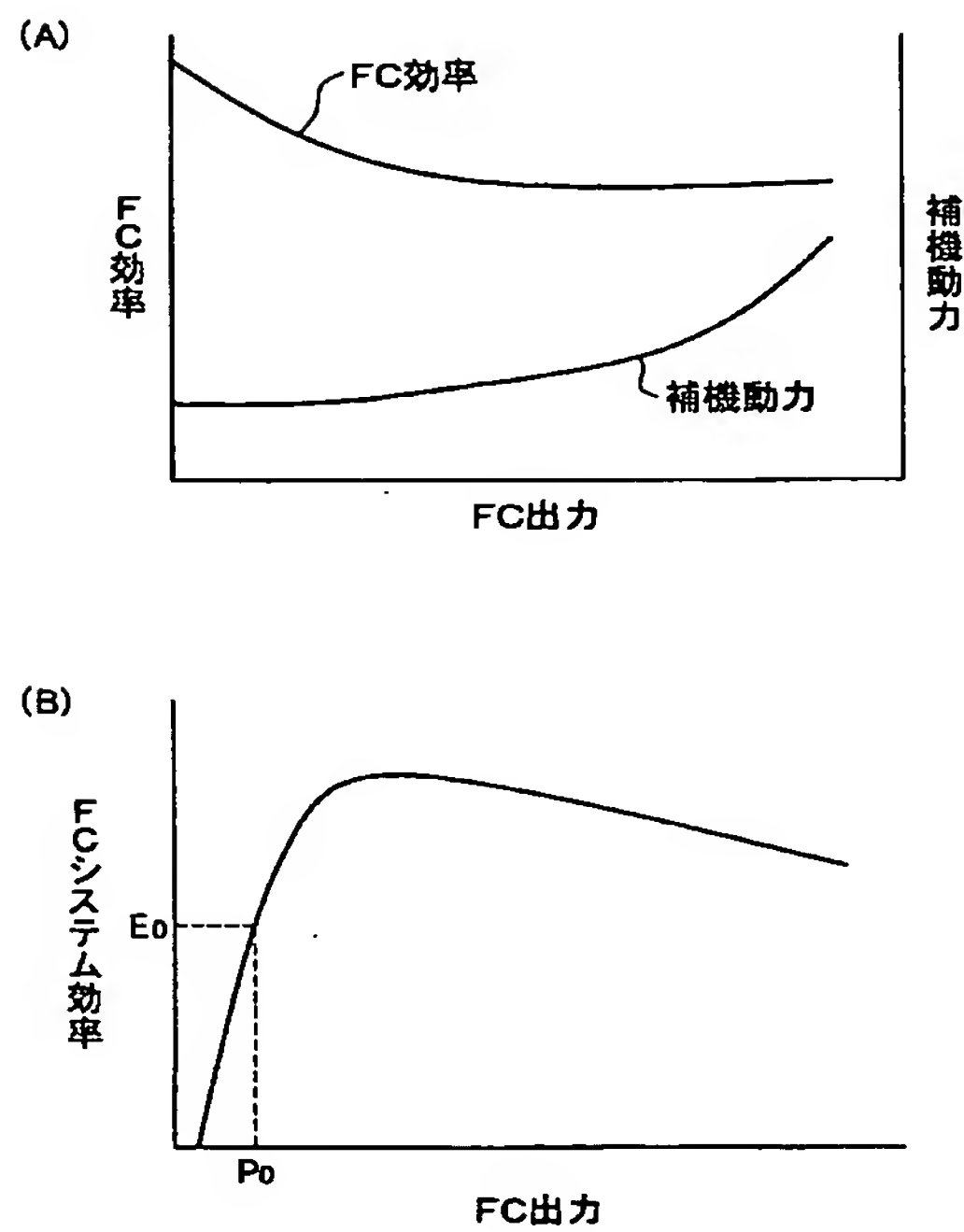
$V_{c1} < V_{c2} < V_{c3}$   
 $Q_{s1} < Q_{s2} < Q_{s3} < Q_{s4}$   
 $P_{s1} < P_{s2} < P_{s3} < P_{s4}$



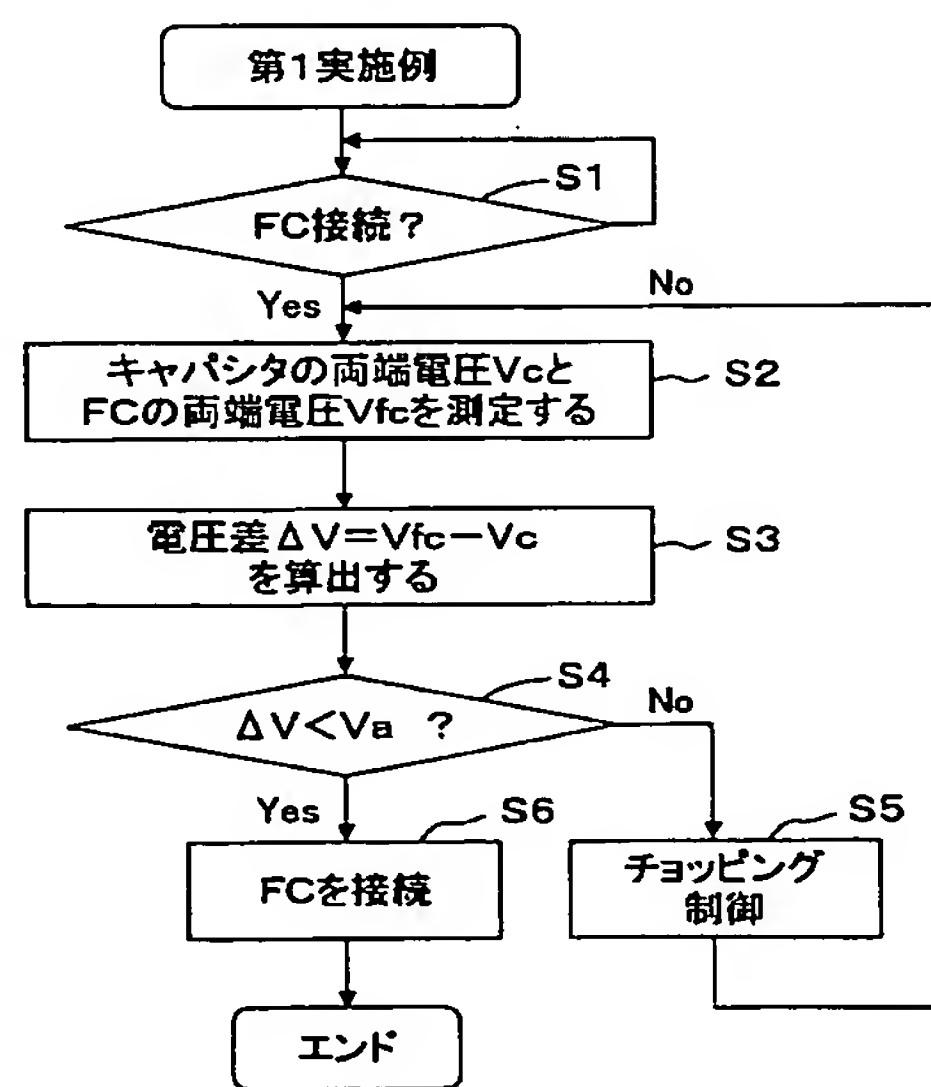
【図2】



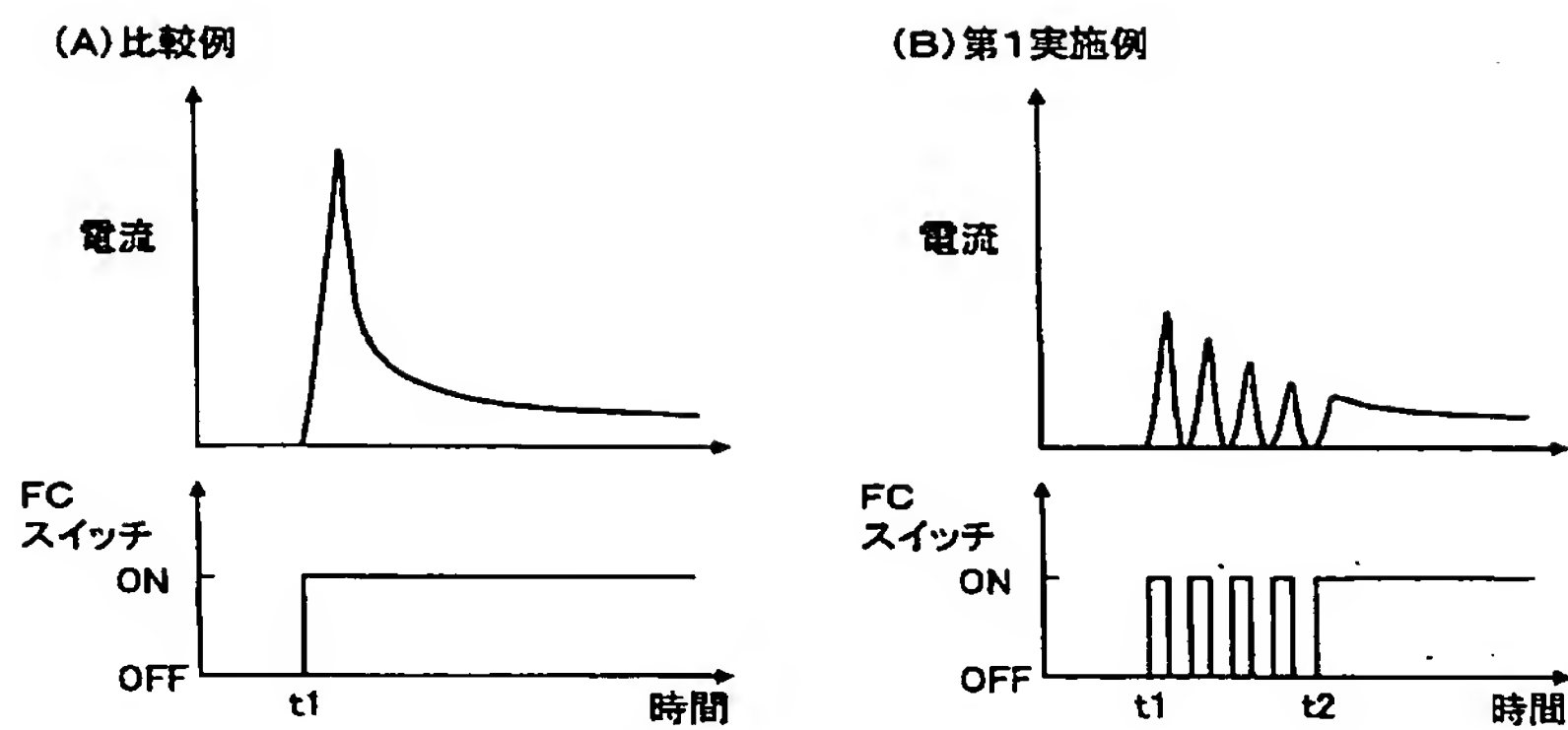
【図4】



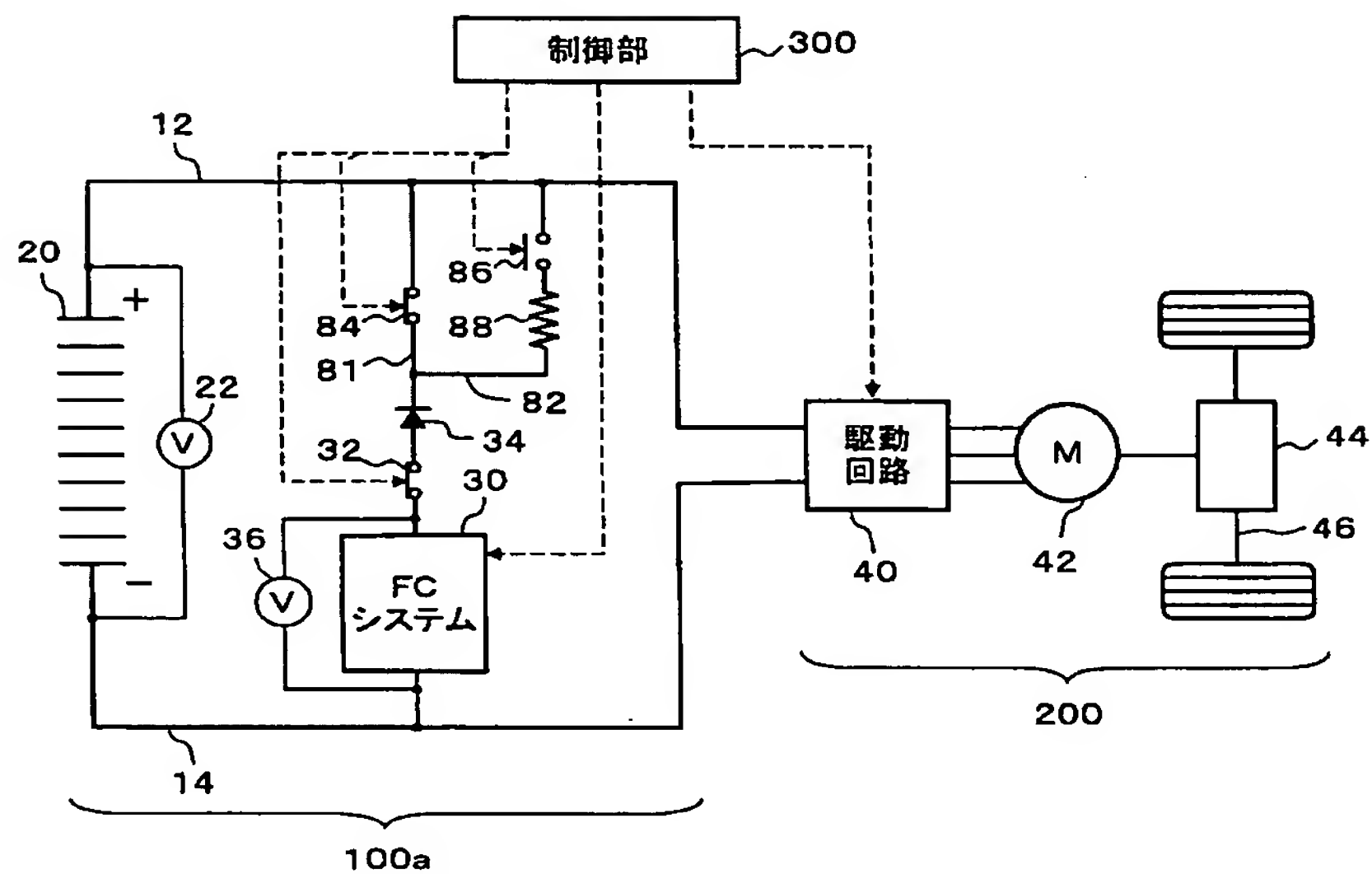
【図6】



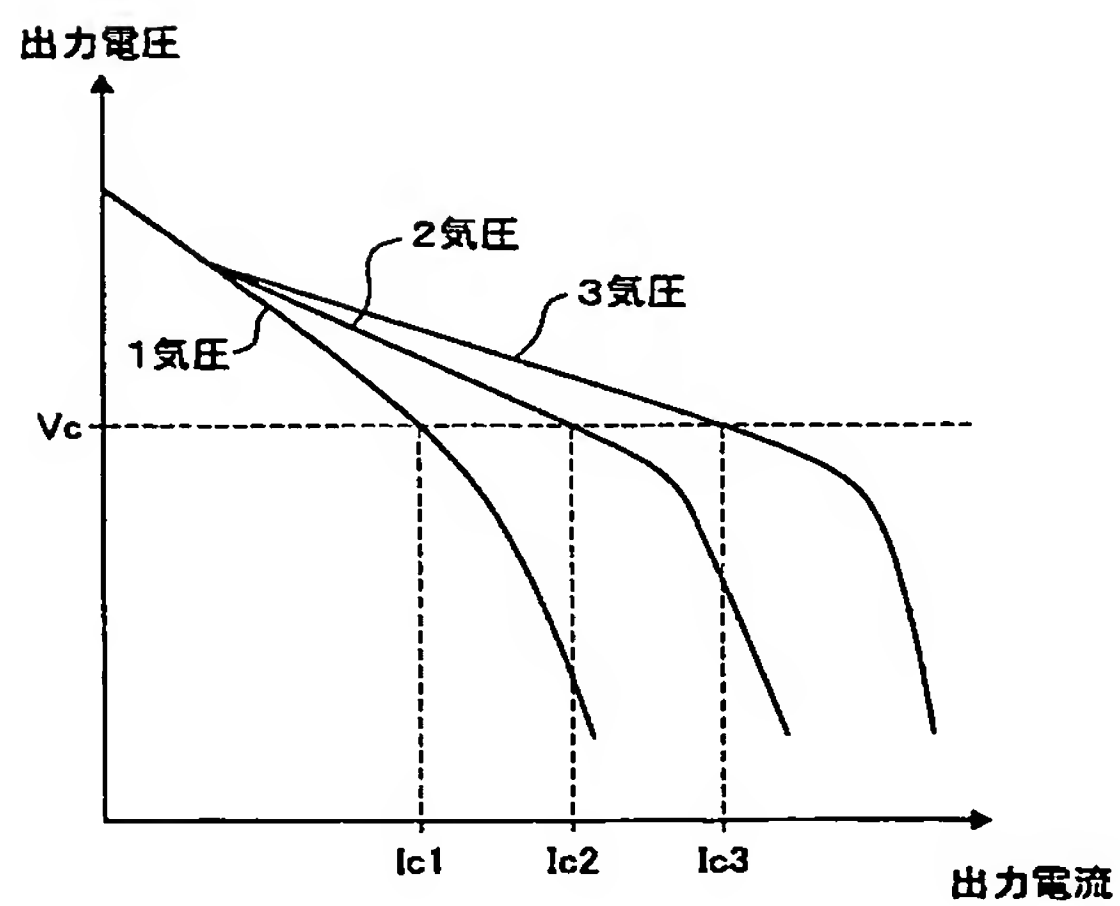
【図5】



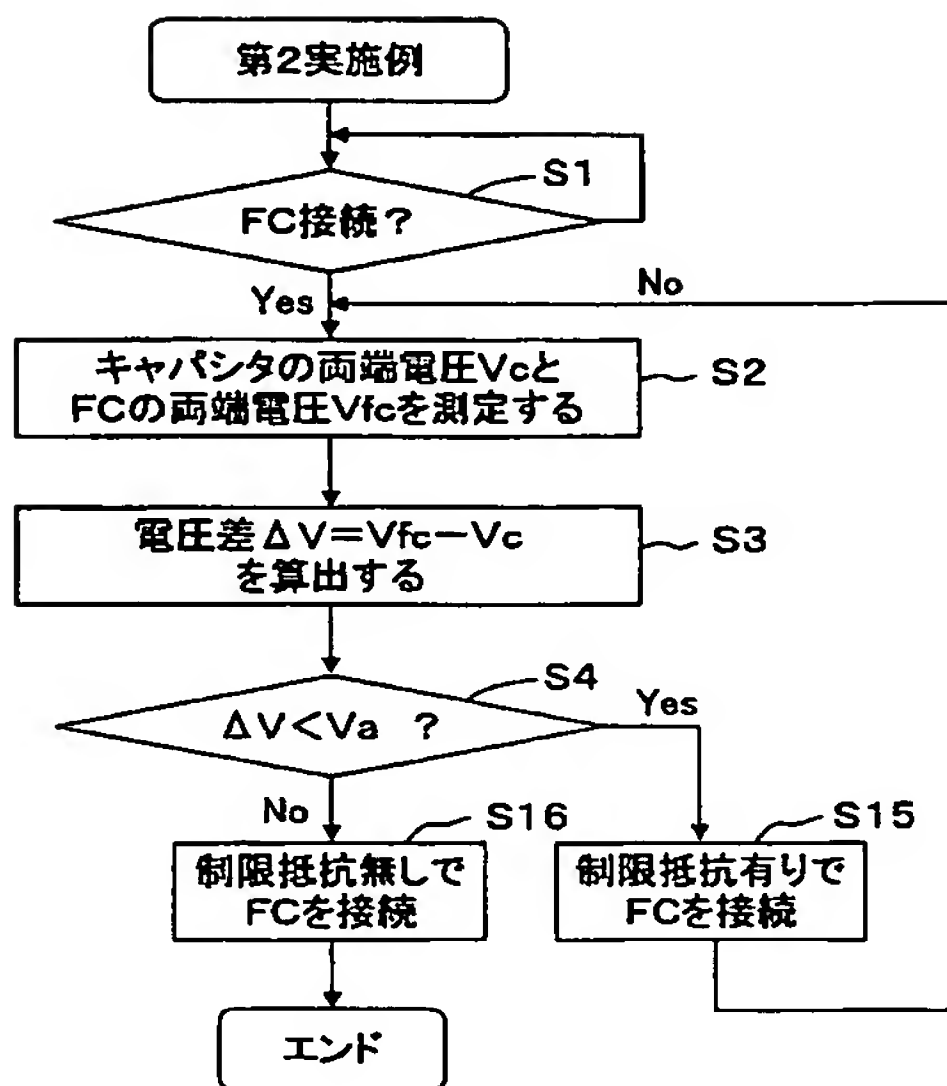
【図7】



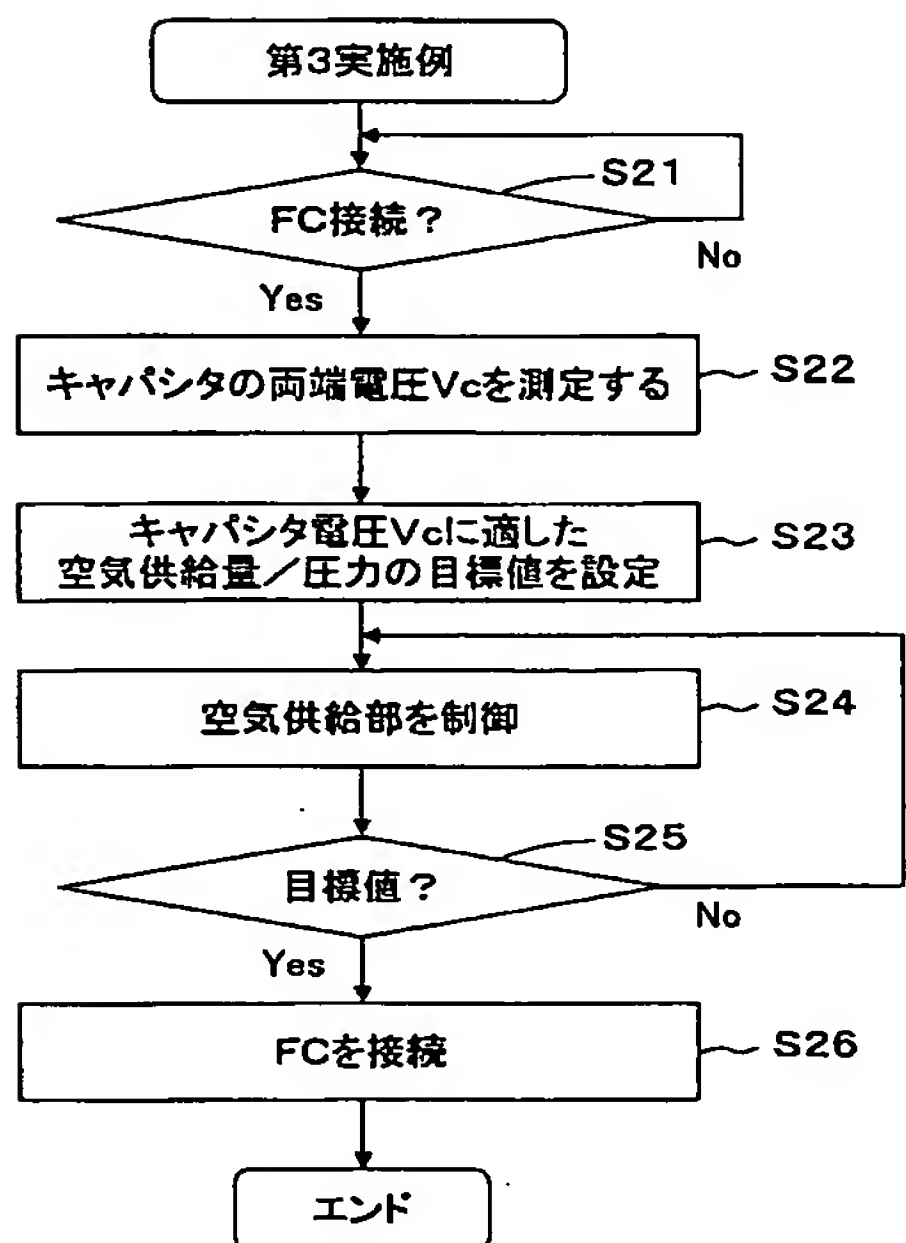
【図10】



【図8】



【図11】

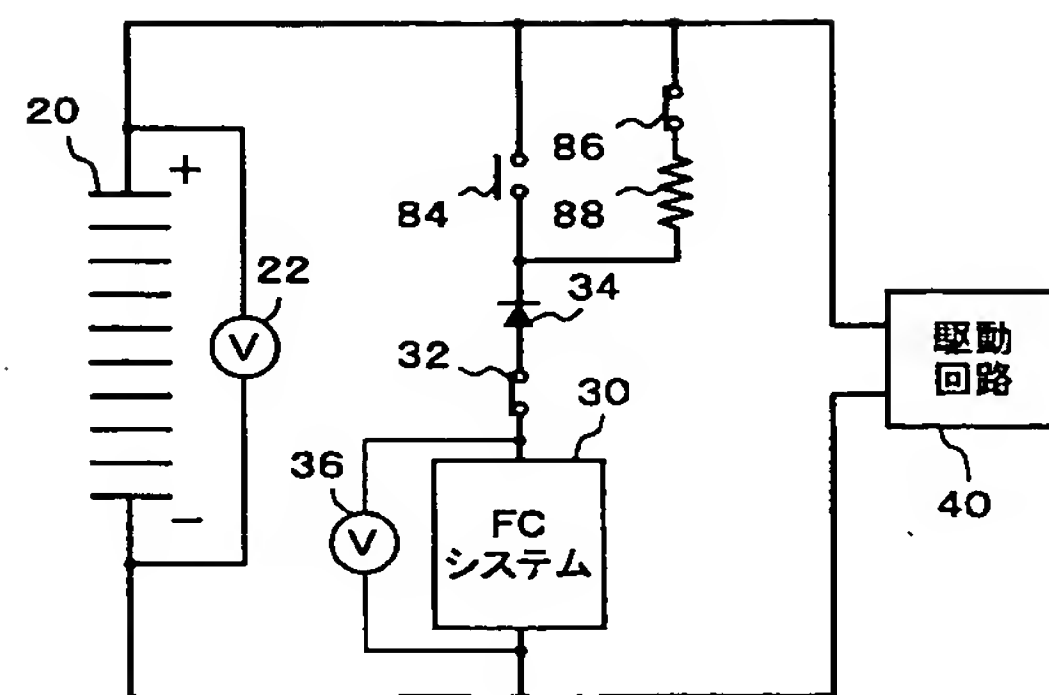


フロントページの続き

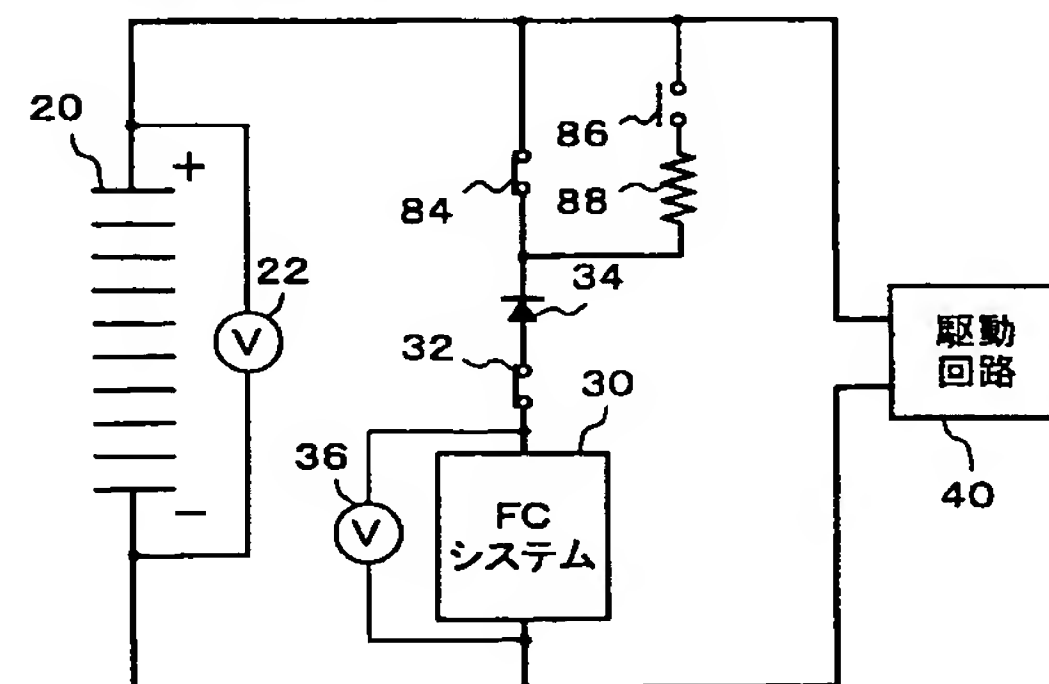
(72)発明者 石川 哲浩  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【図9】

(A) 電圧差大のとき



(B) 電圧差小のとき



(72)発明者 安藤 正夫  
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 五島ビル 株式会社エクォス・リサーチ内

(72)発明者 加藤 憲二  
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 五  
島ビル 株式会社エクス・リサーチ内  
(72)発明者 堀口 宗久  
東京都千代田区外神田2丁目19番12号 五  
島ビル 株式会社エクス・リサーチ内

Fターム(参考) 5H027 AA02 DD01 KK54 MM26  
5H115 PA11 PA15 PC06 PG04 PI16  
P118 PU01 PV03 PV09 PV22  
SE06 TI05 TI06 T012 T013  
TU02